CENTRO TECNOLÓGICO DA CERÂMICA E DO VIDRO
Rua Coronel Veiga Simão 3025-307 Coimbra PORTUGAL
(T) 351.239 499 200 (F) 351.239 499 204 (E) centro@ctcv.pt (W) www.ctcv.pt
contr. PT 501 632 174

Guia de Boas Práticas para a Redução da Exposição à Sílica Cristalina Respirável na Indústria Cerâmica

Relatório de trabalho Nº: 333.18146-4/10

Cliente: **Associação Portuguesa da Indústria Cerâmica**

Contacto no cliente: **Dr. António Oliveira**

Contacto no CTCV: **Francisco Silva**

Período de Realização do Trabalho: **Abril 2011 a Dezembro 2012**

ÍNDICE

1. INTRODUÇÃO 6
1.1. COMO UTILIZAR ESTE GUIA 6
2. SÍLICA CRISTALINA RESPIRÁVEL 8
2.1. PARTÍCULAS EM SUSPENSÃO NO AR 8
2.2. EFEITOS NA SAÚDE 11
2.2.1. SILICOSE 11
2.2.2. CANCRO DO PULMÃO 13
2.2.3. OUTRAS DOENÇAS 13
3. GESTÃO DO RISCO 14
3.1. ESTABELECIMENTO DO CONTEXTO 15
3.2. COMUNICAÇÃO E CONSULTA 15
3.3. MONITORIZAÇÃO E REVISÃO 15
3.4. APRECIAÇÃO DO RISCO 15
3.4.1. IDENTIFICAÇÃO DO RISCO 15
3.4.2. ANÁLISE DO RISCO 16
3.4.3. AVALIAÇÃO DO RISCO 16
3.5. TRATAMENTO DO RISCO 16
3.5.1. HIERARQUIZAÇÃO DOS CONTROLOS 16
4. MEDIDAS DE CONTROLO APLICADAS AOS PROCESSOS DE FABRICO CERÂMICO 19
4.1. MEDIDAS TÉCNICAS E DE ORGANIZAÇÃO GERAIS 19
4.1.1. LIMPEZA DAS INSTALAÇÕES 19
4.1.2. SALAS DE CONTROLO 22

4.1.3. VENTILAÇÃO GERAL 23

4.1.4. VENTILAÇÃO LOCALIZADA 25

4.1.5. SISTEMAS DE ASPIRAÇÃO POR VÁCUO 52

4.1.6. SUPRESSÃO DE POEIRAS POR AGLOMERAÇÃO 54

4.1.7. SISTEMAS DE MOVIMENTAÇÃO E TRANSPORTE 55

4.2. SECTORES E OPERAÇÕES FABRIS COMUNS 56

4.2.1. ARMAZENAGEM DE MATÉRIAS-PRIMAS 56

4.2.2. LABORATÓRIO 60

4.2.3. PREPARAÇÃO DE VIDRADOS E TINTAS 60

4.2.4. DESCARGA E TRANSPORTE DOS RESÍDUOS DOS SISTEMAS DE DESPOEIRAMENTO 62

4.2.5. ESVAZIAMENTO DE SACOS – DOSAGEM DE PEQUENAS QUANTIDADES 62

4.2.6. DESCARGA DE CAMIÕES CISTERNA – SISTEMA PNEUMÁTICO 65

4.2.7. DESCARGA DE MATERIAL A GRANEL 65

4.2.8. ENCHIMENTO E ESVAZIAMENTO DE SACOS DE GRANDE CAPACIDADE (*BIG-BAGS*) 66

4.2.9. PENEIRAÇÃO 67

4.2.10. LIMPEZA, MANUTENÇÃO E REPARAÇÃO DE FORNOS ... 67

4.2.11. TRABALHOS DE REPARAÇÃO, CONSERVAÇÃO E MANUTENÇÃO 69

4.2.12. ESCOLHA, EMBALAGEM E ARMAZÉM DE PRODUTO ACABADO 70

4.2.13. ESPAÇOS EXTERIORES 70

4.3. FORMAÇÃO E INFORMAÇÃO 70
4.3.1. ORGANIZAÇÃO DA FORMAÇÃO 71
4.3.2. TEMAS DA FORMAÇÃO 72
4.3.3. INFORMAÇÃO 73
4.4. SUPERVISÃO E GESTÃO 73
4.4.1. FORMAÇÃO E INFORMAÇÃO DE QUADROS E CHEFIAS ... 74
4.5. HIGIENE INDIVIDUAL 75
4.6. EQUIPAMENTOS DE PROTEÇÃO INDIVIDUAL 76
4.6.1. UTILIZAÇÃO, MANUTENÇÃO E INSPEÇÃO DOS EPI 76
4.6.2. APARELHOS DE PROTEÇÃO RESPIRATÓRIA 77
4.6.3. OUTROS EQUIPAMENTOS DE PROTEÇÃO INDIVIDUAL ... 80
4.7. CERÂMICA DE ACABAMENTOS – PAVIMENTOS E REVESTIMENTOS CERÂMICOS 81
4.7.1. PREPARAÇÃO DE PASTA (A HÚMIDO E A SECO) E MISTURA 81
4.7.2. ATOMIZAÇÃO E MISTURA DE PÓS 82
4.7.3. PRENSAGEM E SECAGEM 83
4.7.4. VIDRAGEM 85
4.7.5. COZEDURA 86
4.7.6. CORTE E DESBASTE DE LADRILHOS EM CRU 87
4.7.7. CORTE E POLIMENTO DE LADRILHOS COZIDOS 87
4.8. CERÂMICA DE ACABAMENTOS – LOUÇA SANITÁRIA 88
4.8.1. PREPARAÇÃO DE PASTA 88
4.8.2. ENCHIMENTO E ACABAMENTO 89

4.8.3. INSPEÇÃO 89

4.8.4. VIDRAGEM 90

4.8.5. COZEDURA 90

4.9. CERÂMICA ESTRUTURAL 91

4.9.1. PREPARAÇÃO DE PASTA 91

4.9.2. CONFORMAÇÃO - EXTRUSÃO E PRENSAGEM 95

4.9.3. SECAGEM 96

4.9.4. COZEDURA 96

4.9.5. VIDRAGEM DE TELHAS E ACESSÓRIOS 97

4.10. LOUÇA UTILITÁRIA E DECORATIVA 98

4.10.1. PREPARAÇÃO DE PASTA 98

4.10.2. CONFORMAÇÃO 99

4.10.3. ACABAMENTO 102

4.10.4. VIDRAGEM 104

4.10.5. COZEDURA 107

BIBLIOGRAFIA 108

ANEXOS 110

ANEXO 1 – FORMAÇÃO SOBRE SÍLICA CRISTALINA RESPIRÁVEL 111

ANEXO 2 – NOÇÕES BÁSICAS DE VENTILAÇÃO 112

ANEXO 3 - 113

Guia de Boas Práticas para a Redução da Exposição à Sílica Cristalina Respirável na Indústria Cerâmica

Associação Portuguesa da Indústria Cerâmica

---

1. Introdução

A sílica livre cristalina é utilizada em praticamente todos os tipos de processo cerâmico. Seja adicionada de forma deliberada na forma de areia ou farinha de sílica ou como componente de outras matérias-primas, misturada com minerais argilosos ou feldspatos, a sua presença é uma constante no sector cerâmico.

1.1. Como utilizar este guia

A única medida totalmente eficaz é a eliminação da sílica cristalina das matérias-primas, produtos intermédios e produto final, bem como dos materiais de apoio utilizados, como por exemplo os materiais refratários. No entanto, tendo em conta as condicionantes técnicas inerentes ao próprio processo de fabrico cerâmico e às propriedades dos produtos resultantes, tal eliminação não é praticável, sem profundas mudanças do ponto de vista tecnológico. A ubiquidade da sílica cristalina na crosta terrestre e a sua importância nos depósitos minerais tornam ainda mais difícil a sua eliminação.

A redução da sílica cristalina das composições de pastas e vidrados cerâmicos ou a modificação da sua forma de utilização são, por seu turno possibilidades a considerar pelo efeito que terão na redução da percentagem de sílica cristalina respirável (SCR) nas poeiras em suspensão no ar dos locais de trabalho.

Por outro lado, é possível, através da alteração de algumas práticas de trabalho, reduzir a libertação de SCR para o ambiente de trabalho e assim, reduzir a exposição. Como exemplo deste tipo de medidas está a utilização de processo a húmido, a manutenção ou aumento da humidade em matérias-primas, materiais em fabrico ou materiais rejeitados, ou ainda a realização das limpezas com recurso a aspiração ou lavagem.

Tanto a eliminação como a substituição parcial da sílica cristalina nas matérias-primas utilizadas nas pastas e vidrados cerâmicos ficam para além do âmbito deste guia mas deverão ser consideradas como medidas a tomar quando tal seja possível.

No presente guia as medidas apresentadas separam-se em quatro grandes grupos:

- Medidas técnicas – gerais e específicas;

- Medidas de organização;
- Medidas de higiene individual;
- Medidas de proteção individual;

Para cada situação de trabalho em que se pretenda intervir, deve ser considerada a priorização de medidas de controlo do risco de exposição à sílica mencionada no ponto 3.5.1. Hierarquização dos controlos. A escolha deverá recair nas medidas do grau mais elevado de prioridade possível, após a eliminação de todos os anteriores. Se necessário deverão ser tomadas medidas cumulativamente - a redução da exposição à sílica poderá ser conseguida apenas pela tomada de medidas que se complementam.

Como regras gerais para a definição das medidas de controlo da exposição à sílica incluídas neste guia e no sentido do estabelecimento de uma estratégia de redução dessa mesma exposição poder-se-á estabelecer o seguinte:

- Identificação das medidas técnicas aplicáveis à secção/posto de trabalho/tarefa e planeamento da sua implementação;
- Identificação dos equipamentos de proteção individual (EPI) a utilizar como proteção complementar em situações normais de trabalho ou em tarefas ocasionais (limpezas, manutenção, etc.);
- Elaboração e implementação de instruções de segurança e saúde para a execução dos trabalhos com exposição;
- Assegurar formação e informação sobre os riscos de exposição à SCR a todos os trabalhadores expostos ou com exposição potencial;
- Implementar um procedimento de supervisão das condições dos locais de trabalho incluindo, nomeadamente: limpeza dos locais, funcionamento de equipamentos de aspiração, realização de tarefas de manutenção, utilização de EPI;
- Avaliar os riscos periodicamente e, sempre que necessário, monitorizar a qualidade do ar nos locais de trabalho.

2. Sílica cristalina respirável

2.1. Partículas em suspensão no ar

O efeito das partículas na saúde humana depende, não só da sua composição química mas também da sua dimensão. Assim, para a avaliação do risco associado à exposição dos trabalhadores a poeiras de sílica cristalina é necessário ter em conta a composição, neste caso o teor em sílica das partículas, a sua concentração no ar inalado, dimensão e o tempo de exposição.

A dimensão, neste caso, é caracterizada pelo diâmetro aerodinâmico que é definido como o diâmetro de uma esfera de densidade unitária com a mesma velocidade de sedimentação no ar (em repouso ou fluxo laminar) que a partícula em questão. É assim, função do diâmetro geométrico e da massa específica da partícula:

$$d_a = d_g \sqrt{¥}$$

d_a - diâmetro aerodinâmico (m)

d_g - diâmetro geométrico (m)

¥ - massa específica (kg/m^3)

Ao ser inspirado ar é também inspirada parte das poeiras em suspensão. Aquelas que devido à sua dimensão sedimentam e não são arrastadas pela inspiração são as partículas não inaláveis, enquanto as que entram nas vias respiratórias são chamadas poeiras inaláveis. Estas, em função do seu tamanho, vão ficando depositadas ao longo das vias respiratórias e apenas as de menor dimensão penetram até ao final do sistema respiratório, ou seja, até aos alvéolos pulmonares.

Em Higiene Industrial utiliza-se o conceito de fração para dividir as partículas em função do tamanho, utilizando-se convenções para estabelecer valores padronizados para essas mesmas frações.

Na imagem seguinte apresenta-se esquematicamente a distribuição das frações em função da parte do sistema respiratório que conseguem atingir.

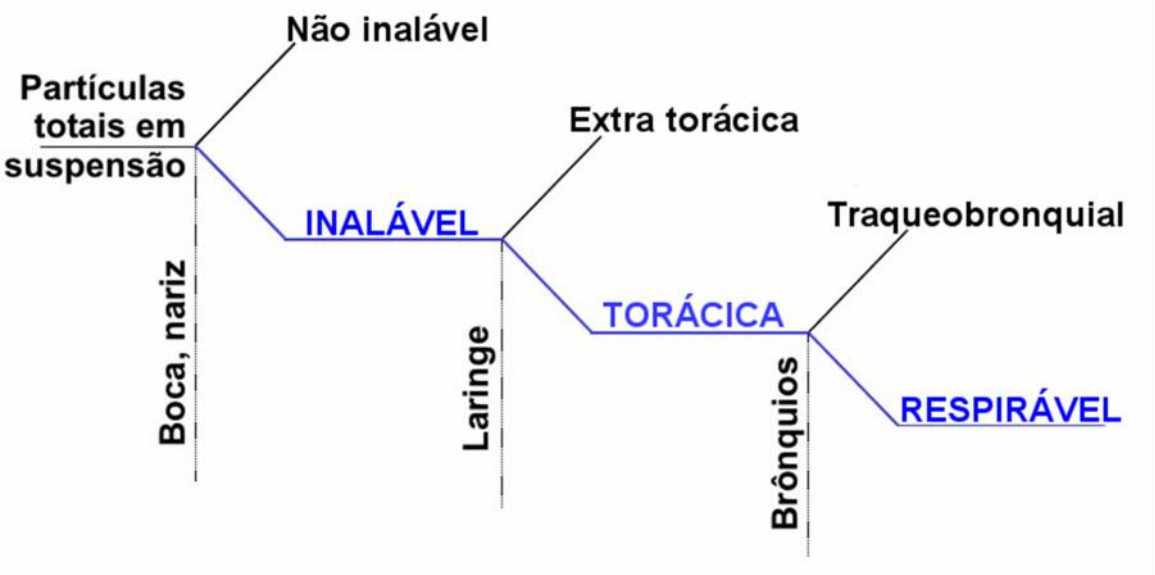


Figura 1 – Modelo dicotómico de separação de frações granulométricas (Gorner & Fabriés, 1996)

A Norma NP EN 481:2004 (Instituto Português da Qualidade - IPQ, 2004) define as diferentes frações como:

Fração inalável: fração mássica das partículas totais em suspensão no ar que são inaladas pelo nariz e pela boca

Fração extratorácica: A fração mássica das partículas inaladas que não penetram além da laringe

Fração torácica: A fração mássica das partículas inaladas que penetram além da laringe

Fração traqueio-bronquial: A fração mássica das partículas inaladas que penetram além da laringe mas não na região do trato respiratório desprovido de cílios

Fração respirável: A fração mássica das partículas inaladas que penetram na região do trato respiratório desprovido de cílios.

Do ponto de vista da prevenção dos riscos para os trabalhadores expostos a partículas em suspensão no ar estas frações são relevantes em função região do aparelho respiratório em que as partículas poderão causar dano, sendo os valores limite definidos para essa fração[1]. No caso da sílica cristalina,

[1] - Nas várias frações parte das partículas são exaladas com o ar quando da expiração, sendo este efeito particularmente relevante na fração respirável.

os danos para a saúde dão-se ao nível dos alvéolos pulmonares pelo que apenas a fração respirável é considerada para a avaliação da exposição[2].

Na referida norma NP EN 481:2004 são igualmente definidas as convenções que permitem estabelecer os meios de amostragem adequados à fração que se pretende amostrar. As eficiências de colheita dos amostradores de cada fração são apresentadas na Tabela 1 e na Figura 2.

Tabela 1 – Valores das frações inalável, torácica e respirável em função em percentagem das partículas totais em suspensão no ar (adaptado da norma NP EN 481:2004)

Diâmetro aerodinâmico da partícula (µm)	Fração inalável (%)	Fração torácica (%)	Fração respirável (%)
0	100	100	100
1	97	97	97
2	94	94	91
3	92	92	74
4	89	89	50
5	87	85	30
6	85	80,5	17
7	83	74	9
8	81	67	5
10	77	50	1
12	74	35	
14	72	23	
16	69	15	
18	67	9,5	
20	65	6	
25	61	2	
30	58		
40	54,5		
50	52,5		
100	50		

[2] - A título de exemplo, refira-se que as poeiras de alguns tipos de madeira podem causar cancro nasal, pelo que nesses casos a fração inalável é relevante, enquanto as poeiras de algodão são amostradas na fração torácica, podendo ser também interessante para substâncias brônquio-constritoras (Gorner & Fabriés, 1996)

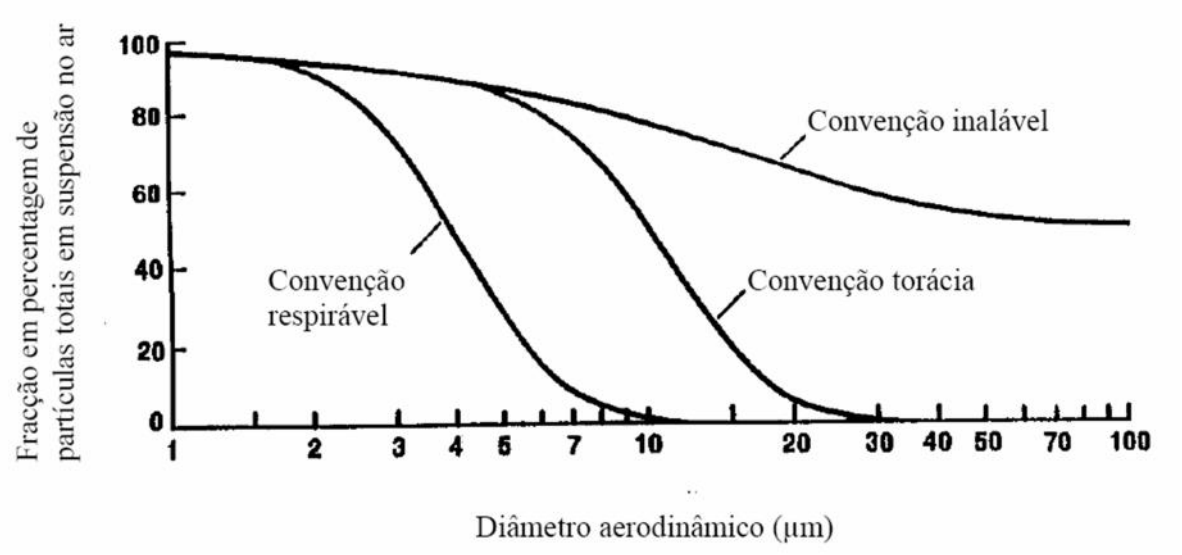


Figura 2 – Convenções inalável, torácica e respirável (Instituto Português da Qualidade - IPQ, 2004)

2.2. Efeitos na saúde

A associação entre a exposição a SCR e a silicose é já conhecida há bastante tempo. A relação causa-efeito está estabelecida, sendo a silicose uma doença profissional reconhecida na legislação nacional e europeia. Mais recentemente tem sido investigada a possibilidade de a exposição a SCR ser causa de cancro do pulmão bem como de outras doenças.

2.2.1. Silicose

A silicose é uma doença causada pela acumulação de partículas de SCR nos alvéolos pulmonares que causa cicatrizes nos tecidos limitando a capacidade de troca de oxigénio entre o ar e o sangue. Os sintomas referidos são tosse, dispneia (dificuldade em respirar, "falta de ar"), expetoração. Têm sido descritos três tipos de silicose:

Silicose crónica: é a forma mais comum e resulta em alterações fibróticas nos pulmões após 10-30 anos de exposição. A silicose simples, a forma mais usual de silicose crónica é caracterizada pela presença de nódulos arredondados no pulmão. Nas radiografias aparecem como opacidades arredondadas, predominantemente nas zonas superior e intermédia dos pulmões. Os sintomas respiratórios ou a redução da função respiratória podem não ser observados a não ser em fumadores ou quando haja uma doença coexistente. Com o aumento em tamanho dos nódulos, estes podem coalescer em grandes lesões com mais de 1 cm de diâmetro. Estas lesões podem obliterar brônquios e os vasos sanguíneos e causar alterações importantes na estrutura e função dos pulmões. A doença resulta numa fibrose maciça progressiva, com a qual o paciente desenvolve sintomas respiratórios progressivos devido à redução do volume dos pulmões, à distorção dos brônquios e enfisema pulmonar

bolhoso. O sintoma principal é a dificuldade respiratória, a qual é progressiva, tornando-se incapacitante e podendo resultar em insuficiência respiratória;

Silicose acelerada ou subaguda: resulta da inalação de concentrações muito elevadas de sílica durante um período entre 5 a 10 anos. Apesar de se desenvolver de forma semelhante à silicose simples, o tempo entre o início da exposição e o aparecimento da doença é mais curto e a progressão para a forma mais complicada é mais rápida.

Silicose aguda: resulta de exposições intensas durante um período de tempo curto (7 meses a 5 anos). Os espaços aéreos enchem-se de material proteico (fluídos e células). Os sintomas incluem tosse, perda de peso e fadiga, podendo progredir rapidamente para insuficiência respiratória num período de alguns meses e, poucos meses após, para a morte. A silicose aguda tem sido reportada entre operadores de jacto de areia e, historicamente, entre os trabalhadores da indústria de farinha de sílica.

Existem diversas variáveis que explicam variações na forma como a doença aparece e evolui:

Tipo de sílica cristalina: não é evidente diferença significativa entre a toxicidade das formas polimórficas quartzo, cristobalite e tridimite as mais comuns na indústria cerâmica (em particular as duas primeiras);

Presença de outros minerais: a presença de alumino-silicatos em conjunto com quartzo reduz os efeitos tóxicos deste. Contudo, o efeito protetor destes minerais não é permanente e, ao longo do tempo de permanência das poeiras no pulmão, começam a ser visíveis os efeitos patogénicos do quartzo;

Tamanho, número de partículas e superfície específica: o conhecimento atual sugere que, independentemente do tipo de poeira, a área total das partículas é um fator determinante dos efeitos. A superfície total das partículas depende do seu tamanho, quanto menor a sua dimensão, maior a área das mesma quantidade em massa. Assim, é de esperar que os trabalhadores expostos a poeiras mais finas (ultrafinas) de SCR possam sofrer maiores danos que outros trabalhadores expostos à mesma quantidade de poeiras, em massa, de poeiras mais grossas;

Superfícies recém-fraturadas ou "envelhecidas": A clivagem das partículas de sílica cristalina noutras mais pequenas leva à formação de radicais reativos nas novas superfícies, independentemente, do tamanho das partículas. Este facto aumenta a citotoxicidade. A atividade destes radicais vai-se reduzindo com o tempo, num processo de "envelhecimento" que é lento ao ar mas bastante rápido (em minutos) quando em meio aquoso. Assim, as operações de moagem a seco, corte ou desbaste produzem partículas de SCR potencialmente mais perigosas que os processos a húmido, sendo que neste caso, a efetividade da humidificação das partículas e o tempo decorrido entre a formação das novas superfícies e a inalação são fatores importantes.

2.2.2. Cancro do pulmão

O risco de contrair cancro do pulmão é duas vezes maior nos silicóticos que na restante população. Mas pode a SCR provocar cancro em trabalhadores expostos na ausência da silicose? A resposta a esta questão não pode, ainda, ser dada. Num estudo de meta-análise (Erren, et al., 2008), investigadores alemães reviram 11 estudos epidemiológicos de cancro do pulmão em indivíduos expostos a sílica mas sem silicose é inconclusivo. Foi determinado o valor global de risco relativo é de 1,2 (1,0-1,3), inferior ao encontrado para o risco nos silicóticos mas os resultados são heterogéneos e influenciados pelos resultados de 8 estudos que não sofreram ajustamento devido aos hábitos de fumo, sendo que nos 3 estudos com ajustamento de hábitos tabágicos o valor de risco relativo é de 1,0 (0,8-1,3).

2.2.3. Outras doenças

As partículas de sílica alteram o metabolismo dos macrófagos pulmonares, reduzindo, desse modo, a sua capacidade de defesa antibacteriana. A exposição ocupacional à SCR torna o sujeito suscetível de desenvolver tuberculose pulmonar. O risco de desenvolver tuberculose pulmonar depende da exposição cumulativa e está também relacionada com a taxa de tuberculose na população.

Existem evidências da associação entre a exposição à SCR e a doença pulmonar obstrutiva crónica, a qual se caracteriza pela limitação do débito aéreo, é geralmente progressiva e com reduzida reversibilidade, decorrendo da destruição das paredes alveolares. Este tipo de doença reduz a qualidade de vida, tem como sintomas a dispneia, tosse ou a produção de expetoração frequente podendo ser diagnosticada através da espirometria.

Finalmente, foram identificados casos de doenças autoimunes em trabalhadores expostos a SCR, nomeadamente, atrite reumatoide, esclerodermia, lúpus e esclerose sistémica progressiva (National Institute for Occupational Safety and Health, 2002). A exposição a doses elevadas de sílica cristalina é, também, associada a doenças renais não malignas mas não é tão evidente como causa de cancro dos rins (McDonald, et al., 2005).

3. Gestão do risco

Para se conseguir controlar os riscos associados à SCR é necessário, não só aplicar medidas técnicas de redução da emissão de poeiras, mas também implementar um conjunto de ações a nível da organização do trabalho e alterar comportamentos mantidos ao longo de anos.

O processo de gestão do risco é definido como "aplicação sistemática de políticas, procedimentos e práticas de gestão às atividades de comunicação, consulta, estabelecimento do contexto e identificação, análise, avaliação, tratamento, monitorização e revisão do risco" (Instituto Português da Qualidade - IPQ, 2011). Através desta definição retém-se a importância da comunicação e consulta, por um lado e da monitorização e revisão, por outro, para além das atividades centrais do processo (ver figura seguinte). Ou seja, não basta identificar os perigos, avaliar os riscos e implementar os controlos adequados, é igualmente necessário que essas ações sejam levadas a cabo com a participação das pessoas envolvidas e seja possível acompanhar no tempo a eficácia das medidas implementadas, atuando para a sua correção, sempre que necessário.

Pretende-se, com suporte neste modelo, aceite internacionalmente, estabelecer um processo de gestão do risco de exposição à sílica, integrável na estrutura das empresas cerâmicas, de forma a conseguir-se fazer face aos desafios levantados por esta problemática.

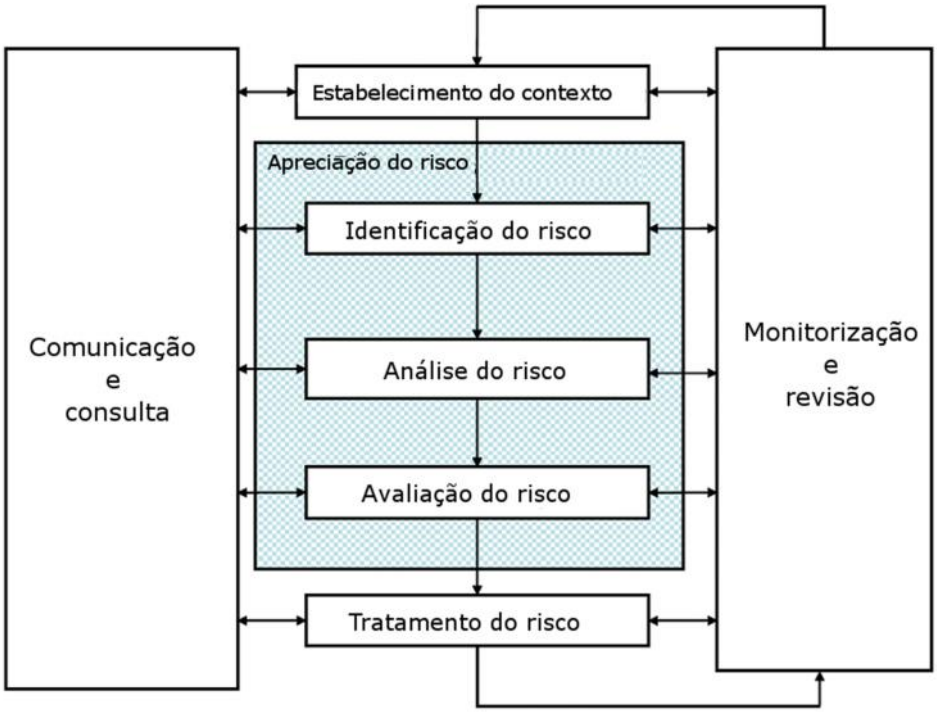


Figura 3 – Processo de gestão do risco (International Organization for Standardization - ISO, 2009)

3.1. Estabelecimento do contexto

Quando do estabelecimento do contexto aprofunda-se o conhecimento que se possui da empresa (ou do estabelecimento).

Nesta fase inclui-se o planeamento das atividades a desenvolver no processo de gestão do risco.

3.2. Comunicação e consulta

As partes interessadas, em particular os colaboradores internos e externos, entidades que prestam serviço nas instalações, fornecedores ou entidades oficiais devem ser envolvidos no processo de apreciação do risco para que contribuam, com os seus julgamentos próprios, para o sucesso deste.

3.3. Monitorização e revisão

Os riscos existentes e os controlos implementados devem ser monitorizados e revistos regularmente para se saber que:

- Os fundamentos dos riscos e da sua apreciação se mantêm atualizados;
- Os métodos utilizados na apreciação de risco foram aplicados corretamente;
- Os resultados obtidos são coerentes com os esperados;
- As medidas de tratamento do risco são adequadas.

Deve ser nomeado um responsável na empresa para monitorizar e rever o processo de apreciação do risco, o qual deverá ter autoridade para assegurar o cumprimento das medidas previstas no plano de gestão do risco.

3.4. Apreciação do risco

A apreciação do risco é o processo global de identificação do risco, análise do risco e avaliação do risco.

3.4.1. Identificação do risco

Esta fase do processo de apreciação do risco é fundamental para se reconheceram as fontes do risco, as atividades, tarefas e/ou operações em que existe exposição à SCR. É necessário fazer um levantamento das instalações, materiais utilizados, trabalhos realizados, etc. Chama-se particular atenção para tarefas que são realizadas durante períodos de tempo curtos, diária ou semanalmente mas em que possa haver concentrações elevadas de poeira, tais como, limpezas de equipamentos ou instalações, operações de manutenção, cargas ou descargas de tolvas ou silos, entre outras.

3.4.2. Análise do risco

Com a análise do risco aumenta-se o conhecimento sobre o risco. Tem-se em consideração as consequências e a sua probabilidade de concretização. Este processo pode ser feito com recurso a métodos qualitativos ou métodos qualitativos

A existência de métodos de amostragem e análise das poeiras de SCR permite fazer a análise do risco de forma quantitativa, baseada na concentração de poeiras e na duração da exposição.

3.4.3. Avaliação do Risco

No que respeita à SCR, a existência de um Valor-Limite de Exposição (VLE), dá-nos uma indicação para a aceitabilidade do risco. Comparando o valor da exposição diária do trabalhador à sílica com o VLE pode-se aferir do risco para o trabalhador. Esta comparação deve ser feita utilizando metodologias que tenham em conta as variações estatísticas da exposição e as incertezas associadas à própria apreciação do risco.

3.5. Tratamento do risco

O tratamento do risco é o processo para modificar o risco. A medida tomada para modificar o risco é chamada de controlo do risco. Os controlos a tomar podem ser hierarquizados de forma a conseguir-se o máximo de eficácia com o mínimo de custo(s).

3.5.1. Hierarquização dos controlos

A seleção das medidas a tomar deve ser feita dando prioridade aquelas que se consideram mais eficazes. O estabelecimento da hierarquia, com algumas variantes é comum à legislação europeia (Conselho Europeu, 1989) e à normalização internacional (Instituto Português da Qualidade, 2008).

Assim, ao estudar e selecionar as medidas a implementar em relação à SCR, deve-se atender à seguinte ordem:

1. Eliminar o perigo
2. Substituir o elemento perigoso
3. Redução do risco na fonte
4. Medidas técnicas (ou de engenharia)
5. Medidas de organização
6. Proteção individual

No caso da SCR, os dois primeiros termos apresentam alguma sobreposição pois, por exemplo, a eliminação dos componentes de uma pasta ou vidrado cerâmico que a contenham implicará a sua

substituição por outros componentes de menor perigosidade. Caso se elimine uma operação com exposição elevada à SCR, poderá ser necessária a realização de outra operação com menor nível de exposição mas que, ainda assim, obrigue à tomada de outras ações para controlo do risco.

Eliminar/substituir/reduzir

A intervenção a este nível não é praticável de forma generalizada, ao nível atual de conhecimento. As implicações técnicas das medidas possíveis obrigam ao seu estudo cuidado para evitar maiores problemas.

No entanto, existem algumas possibilidades de intervenção a este nível que deverão ser consideradas, nos casos em que sejam aplicáveis:

- eliminação ou, pelo menos, redução do teor de sílica livre cristalina nas composições de pastas, vidrados e corantes;
- laboração dos materiais pulverulentos com o maior grau possível de humidade;

Medidas técnicas

As medidas técnicas ou de engenharia são as que apresentam maior aplicabilidade, em particular nos estabelecimentos industriais já em laboração. Serão desenvolvidas mais em pormenor neste guia mas apresentam-se alguns exemplos típicos destas medidas:

- segregação das áreas de trabalho com maiores níveis de empoeiramento;
- instalação de pontos de captação de poeiras nos principais locais de formação;
- instalação de proteções para recolha de poeiras e aparas das peças em fabrico.

Medidas de organização

Nas medidas de organização do trabalho incluem-se as que evitam que o operador tenha de estar presente nos locais de risco, o estabelecimento de procedimentos de trabalho, procedimentos de limpeza e de higiene individual que reduzam a exposição à SCR.

São exemplos deste tipo de medidas a instalação de cabinas de comando fechadas e de sistemas de videovigilância do processo.

Proteção individual

A utilização de equipamentos de proteção individual, sendo válida do ponto de vista técnico, deve ser considerada apenas como de recurso ou complementar às medidas consideradas prioritariamente. De um modo geral, a utilização destes equipamentos deve ser feita nas seguintes circunstâncias:

- Medida provisória até serem implementadas outras ações de prevenção ou proteção;

- Reduzido tempo de exposição dos trabalhadores ao risco, ou utilização pouco frequente, por exemplo em atividades de manutenção;
- Número limitado de trabalhadores a proteger;
- Medida de proteção complementar a outras existentes;
- Única solução tecnicamente viável para proteção dos trabalhadores.

4. Medidas de controlo aplicadas aos processos de fabrico cerâmico

As medidas propostas neste documento têm por base as boas práticas encontradas nas empresas do sector cerâmico português e guias internacionais publicados por diversas entidades com boas práticas para a redução da sílica de carácter geral (NEPSI, 2006), o subsector de pavimentos e revestimentos (Network Italiano Silice, 2010), subsector de louça sanitária (Network Italiano Silice, 2007).

4.1. Medidas técnicas e de organização gerais

As medidas técnicas e de organização gerais constituem a base da ação de redução da exposição à SCR nas instalações fabris. A sua adoção, adaptada a cada um dos postos de trabalho específicos, permite reduzir a libertação ou difusão das poeiras contendo SCR nos locais de trabalho.

4.1.1. Limpeza das instalações

A limpeza sistemática das instalações é fundamental para a redução da exposição a SCR. As empresas devem estabelecer planos de limpeza programada de forma a manterem o solo, instalações e equipamentos limpos, evitando, assim, que as poeiras depositadas possam voltar ao estado de suspensão no ar dos locais de trabalho.

De um modo geral, devem ser tidas em conta as seguintes questões refentes à limpeza:

- Limpar diariamente o posto de trabalho e limpar com a frequência necessária os utensílios e equipamentos de trabalho.
- Em caso de fuga ou derrame intervir imediatamente.
- Utilizar métodos de limpeza a húmido ou por aspiração.
- Não utilizar vassouras ou escovas para limpeza.
- A sopragem com ar comprimido não é um método de limpeza. Com a sua utilização espalham-se poeiras pelas instalações.
- Se as operações de limpeza forem feitas em condições particularmente gravosas (por exemplo, em espaços confinados, zonas de difícil acesso) com exposição maior exposição dos trabalhadores ao risco devem ser tomadas medidas complementares de proteção, nomeadamente, através da utilização de equipamentos de proteção individual.

Figura 4 – Poeiras acumuladas no solo e em quadro de comando de equipamento

Complementarmente, devem ser estabelecidos procedimentos de limpeza extraordinária sempre que ocorram derrames de pó, pastas e vidrados, resíduos ou materiais em fabrico. Deve ter-se em atenção que, após secagem, os derrames de pasta são uma fonte de poeiras, em particular nas vias de circulação de pessoas e veículos ou nos locais de permanência de trabalhadores.

Figura 5 – Pasta derramada no solo

Nos locais onde está disponível água para lavagens e o pavimento dispõe de sistema de escoamento de água (por exemplo, na preparação de pasta, atomização, preparação de vidrados, vidragem), a limpeza de poeiras e materiais acumulados no solo pode ser feita utilizando mangueiras ou máquina lavadora sob pressão. A água de lavagem é canalizada para tratamento e posterior reutilização.

No caso de ser necessário limpar com o jacto de água grandes quantidades de poeiras acumuladas deve ser tomado cuidado para evitar a sua dispersão no ar.

Em locais onde seja necessária a lavagem e não existam condições de escoamento de água adequadas ou a instalação elétrica não esteja prevista com proteções contra a entrada de água, a limpeza deverá ser feita através de lavadoras/aspiradoras de pavimento, dimensionadas à área a limpar.

Figura 6 – Equipamento de lavagem de pavimentos

A limpeza a seco pode ser feita com recurso a aspiradores móveis, aspiradores portáteis ou a um sistema de aspiração fixa, em função da área a limpar. Sempre que possível a opção deve ser feita pelo sistema fixo, entre outras razões pela menor intervenção do trabalhador nas operações de descarga.

O sistema de aspiração fixa deve estar projetado para as quantidades de poeiras a recolher e os pontos de aspiração devem estar localizados junto aos locais onde existe maior concentração de poeiras.

Os aspiradores portáteis ou de operador transportado devem estar equipados com filtro HEPA de alta eficiência ou outra técnica equivalente de filtragem do ar.

Figura 7 – Aspiradora de pavimento

Quando as operações de limpeza não puderem ser feitas por aspiração ou a húmido, os trabalhadores devem utilizar os equipamentos de proteção individual adequados e devem ser tomadas medidas complementares que evitem a dispersão das poeiras para fora da área de trabalho.

4.1.2. Salas de controlo

Para reduzir a exposição dos trabalhadores à SCR pode recorrer-se à construção de uma cabina de proteção, nas zonas com ambientes empoeirados, na qual o operador possa permanecer quando desempenha funções de controlo e supervisão. Assim, reduz-se o tempo de permanência nos ambientes com poeiras ao mínimo indispensável.

Figura 8 – Cabina fechada na pré-preparação para controlo do equipamento e estadia do operador

O local deve ter vias de acesso e espaço suficiente para permitir a sua limpeza e manutenção.

Nas salas de controlo deve estar instalado um equipamento de ventilação e climatização com introdução de ar limpo que garanta um ambiente térmico confortável e permita manter uma pressão positiva no interior da sala, evitando a entrada de poeiras do ambiente de trabalho.

Os pavimentos e paredes devem ser construídos em materiais que evitem a acumulação de poeiras e sejam de fácil limpeza quando contaminados.

Poderão ser instalados sistemas de videovigilância em circuito fechado (CCTCV) que permitam visualizar pontos importantes do processo, bem como indicadores dos parâmetros de funcionamento, de forma a evitar que os trabalhadores se tenham de deslocar em ambientes poeirentos para controlarem o processo de fabrico sob a sua responsabilidade.

O interior das salas deve ser limpo através de aspiração ou limpeza a húmido.

4.1.3. Ventilação geral

A ventilação geral está associada ao movimento de grandes volumes de ar e tem como objetivo a diluição ou deslocação de contaminantes diluídos no ar, e também permitir algum conforto térmico. É utilizada para baixas concentrações de poluentes e não é recomendada quando existem grandes quantidades de poluentes ou poeiras que possam difundir-se rapidamente por uma grande área. A má utilização deste tipo de ventilação pode levar à exposição de trabalhadores distantes da fonte de emissão.

A ventilação geral pode ser dividida em dois grandes tipos:

- ventilação natural: o movimento natural do ar pode ser aproveitado para ventilação através da introdução de ar fresco no nível inferior e aberturas de saída no teto, sendo necessário ter em conta as condições climatéricas que poderão provocar desconforto térmico devido ao diferencial de temperatura (interior/exterior), considerar o diferencial de altura entre a entrada e a saída de ar e, ainda, as construções ou obstáculos naturais. Tem vantagens económicas, devido a não ter custos energéticos.
- ventilação forçada: quando o ar é movimentado por ação de ventiladores ou máquinas próprias, sendo mais utilizada para grandes áreas ou quando é necessário reciclar grandes volumes de ar.

Conforme já foi referido, a ventilação geral não é recomendada para a proteção dos trabalhadores contra contaminantes na forma de poeiras, em particular para poeiras perigosas. No entanto, pode ser utilizada como apoio à aspiração localizada para melhorar a qualidade do ar, diluindo a quantidade de poeiras em suspensão.

A ventilação deve assegurar a diluição do pó em suspensão no ar, substituindo o ar contaminado por ar limpo. Para isso, deve assegurar-se que seja introduzida uma quantidade de ar fresco na área de trabalho.

Para extrair ou insuflar ar podem ser utilizados ventiladores de parede ou teto. Os ventiladores podem também ser ligados a condutas para concentrar o fornecimento ou extração de ar em pontos específicos.

Deve assegurar-se que o ar fornecido ou reintroduzido provenha de uma zona não contaminada se não é possível assegurar-se que o ar foi filtrado de forma eficaz.

Estabelecer com cuidado os pontos de difusão de ar de ar limpo no interior do edifício.

Assegurar-se sempre que possível que o fluxo de ar, proveniente de uma área não contaminada ou o ar de renovação passa primeiro pelo trabalhador e só depois pelo ponto de geração de poeiras, na direção do ponto de extração.

A ventilação natural não deve causar correntes de ar que interfiram com o desempenho do sistema de aspiração localizada ou causar a suspensão de poeiras.

Nas instalações de climatização o ar limpo e filtrado pode ser reintroduzido na área de trabalho se existem dispositivos de controlo do desempenho do sistema de filtragem e se se empregam filtros de alta eficiência.

Os dispositivos de ventilação e climatização devem estar de acordo com todos os requisitos legais e normativos aplicáveis.

4.1.4. Ventilação localizada

Princípios básicos de projeto nos sistemas de ventilação localizada

A ventilação tem como princípio geral a diferença de pressão, esta estabelece que o ar se desloca das pressões mais altas para as mais baixas. O caudal e a velocidade do ar relacionam-se através da seguinte expressão:

$$Q = V\,A$$

Em que:

Q – Caudal volúmico (m^3/s)

V – Velocidade do ar (m/s)

A – Área da secção reta transversal ao caudal da conduta (m^2)

O ar conduzido através de condutas e é atuado simultaneamente por dois tipos de pressão, a pressão estática (Ps) e a pressão dinâmica (Pv), cuja soma constitui a pressão total (Pt). No anexo 1 encontra-se especificada cada uma destas pressões, assim como a relação entre elas.

Componentes

A ventilação por aspiração localizada implica a existência de um sistema que efetue a aspiração do ar contaminado junto à fonte de emissão, para isso é necessário que existam uma série de componentes que permitam a captação, o transporte, a filtragem e o movimento desse ar.

Os principais componentes de um sistema de ventilação localizada são os seguintes (Figura 9):

- **Dispositivos de captação** – estes podem envolver parcial ou totalmente a fonte de emissão ou estar colocado apenas próximo desta. São também o ponto de entrada do ar contaminado/capturado.
- **Condutas** – o ar é transportado até ao dispositivo de limpeza do ar;
- **Dispositivo de limpeza do ar** – este componente retém ou dilui os contaminantes existentes no ar, antes de este ser lançado para a atmosfera;
- **Elemento motor** – provoca o movimento do ar através da criação de uma diferença de pressão.

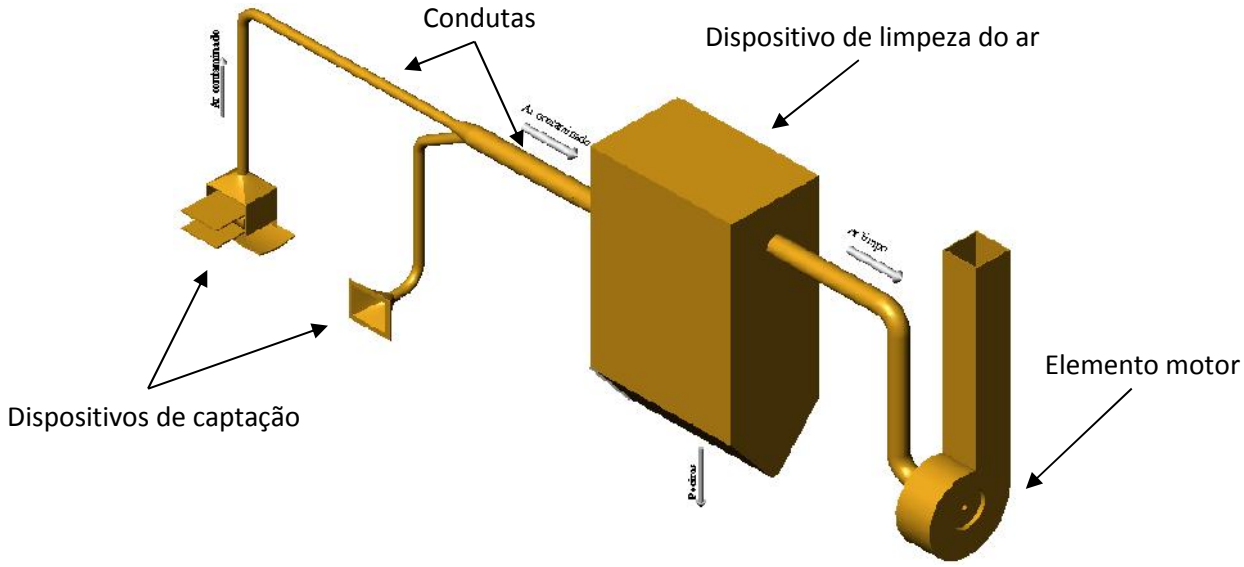


Figura 9 - Sistema de aspiração localizada (adaptado de (Pina & Silva, 2003))

Cada um destes componentes tem um papel muito importante num sistema de ventilação localizada. O elemento motor, normalmente um ventilador, provoca uma pressão negativa nas condutas, levando a que se estabeleça um escoamento no interior das mesmas, no sentido do ventilador, este por sua vez leva à aspiração nos dispositivos de captação, que se encontram nos pontos de emissão do contaminante. Normalmente, antes do ventilador, encontra-se o dispositivo de limpeza do ar, que permite a redução do desgaste/abrasão das pás do ventilador, contudo existem sistemas em que o dispositivo de limpeza do ar se encontra depois do ventilador. Este último caso encontra-se aplicado quando o contaminante não é corrosivo ou provoca pouco desgaste.

A manutenção num sistema deste tipo é fundamental porque assegura que ele se mantenha nas condições de projeto, ou seja, nas condições de maior eficiência. Para que esta eficiência se mantenha, normalmente o sistema não pode ser utilizado para um contaminante diferente daquele para o qual foi projetado, ou seja, este pode não recolher as partículas da mesma forma ou simplesmente não as recolher.

Velocidade de captação

Para que não exista má captação das partículas ou acumulação das mesmas ao longo das condutas, é necessário estabelecer-se uma velocidade mínima para o escoamento, selecionar a melhor forma de captação, nomeadamente a forma da boca e a distância à fonte e ter em conta as perdas por atrito, nas ramificações, filtros, curvas e entradas e saídas de ar.

Os dispositivos de captação podem ter inúmeras formas e tamanhos, uma vez que têm de estar adaptados à fonte de emissão. Quando isto não acontece a aspiração não funciona corretamente perdendo eficácia e consequentemente o controlo das emissões.

Na projeção de um sistema de ventilação, quando se seleciona ou projeta o dispositivo de captação é necessário ter em conta os seguintes aspetos (Pina & Silva, 2003):

- Tipo, tamanho e posição da fonte emissora;
- Características físicas e químicas dos poluentes emitidos (partículas, nevoeiros, gases ou vapores);
- Velocidade da emissão do poluente;
- Direção da corrente criada pelo movimento de emissão;
- Local dos postos de trabalho relativamente à fonte emissora;
- Posição do trabalhador quando executa a tarefa;
- Movimento da massa de ar criado pela ventilação geral existente no local.

A velocidade de captação define-se como a velocidade do ar no ponto de emissão dos contaminantes, suficiente para os transportar para a entrada do dispositivo de captação. Os valores que a ACGIH estabelece como mínimos, para a velocidade de captura, apresentam-se na Tabela 2.

Tabela 2 - Velocidades de captura dos contaminantes

Condição de dispersão do contaminante	Velocidade de captura (m/s)
Libertado sem velocidade inicial para ar estagnado	0,25 - 0,5
Libertado a baixa velocidade em ar com velocidade moderada	0,5 - 1
Libertado a média velocidade numa zona com fortes correntes de ar	1,0 - 2,5
Libertado a elevada velocidade numa zona com muito fortes correntes de ar	2,5 - 10

Na Figura 10 pode ver-se que velocidade de captação diminui consideravelmente com a distância ao ponto de aspiração.

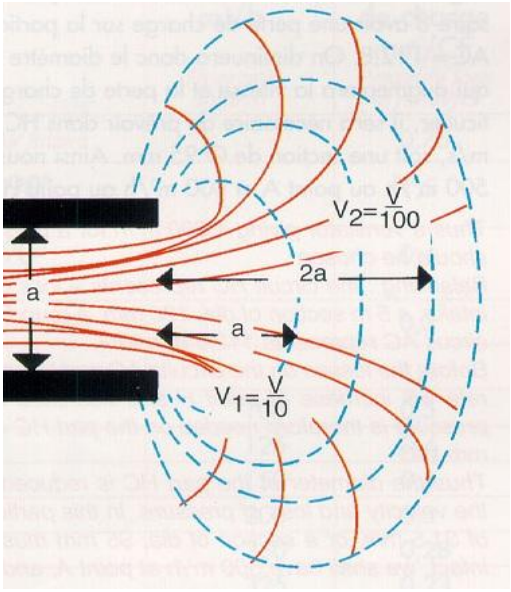


Figura 10 - Linhas da fração da velocidade relativas ao afastamento da face

Uma forma de melhorar o desempenho da captação é introduzir um deflector em redor da entrada do ar. A sua presença restringe a extração do ar à zona frontal da entrada, ao contrário do que se verifica na sua ausência, em que o ar é captado em todas as direções. Dalla Valle estipula que, com este deflector, a velocidade do ar sofra um acréscimo de cerca de 1/3 (Pires, et al., 2003).

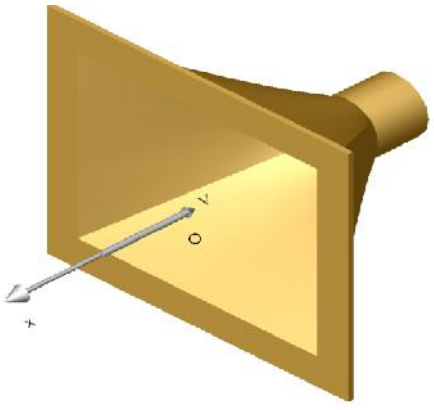


Figura 11 - Campânula, com deflector em redor da entrada do ar (adaptado de (Pina & Silva, 2003))

Posto isto, como existem dispositivos de captação com inúmeras geometrias, não existe uma expressão que permita calcular a velocidade de captação num qualquer ponto de emissão. Contudo, através de vários estudos e experiências, foram elaborados quadros que de acordo com a geometria e dimensão do dispositivo de captação, nos dão a relação entre o caudal de aspiração e a velocidade do ar induzida pelo dispositivo.

De uma forma geral pode dizer-se que existem quatro tipos de dispositivos ou exaustores de captação: envolvimento total, cabines fechadas, cabines abertas e exteriores à fonte de emissão.

Velocidade de transporte

A velocidade de transporte do ar é função essencialmente da densidade das partículas e das suas dimensões. Para reduzir o consumo excessivo de energia, o ruído, e a abrasão das tubagens, devem evitar-se as altas velocidades. De igual forma a velocidade demasiadamente baixa provoca acumulação de poeiras e obstrução das condutas. No quadro 4 estão indicadas as velocidades de transporte mínimas para vários tipos de poluentes.

Tabela 3 - Velocidade de transporte mínimas para vários tipos de poluentes

POLUENTES		Velocidades de transporte mínimas (m/s)
	Exemplos	
Gases, vapores	-	5 a 6
Fumos	Dióxidos de zinco e alumínio	7 a 10
Poeiras muito finas e leves	Poeiras finas de borracha, de moldação de baquelite; juta; poeiras de algodão e de sabão	13 a 18
Poeiras industriais médias	Abrasivos para polir a seco; poeiras de rebarbagem por mó; poeiras de juta e de granito; corte de tijolos, poeiras de argila e de calcário	18 a 20
Poeiras pesadas	Poeiras de desmoldagem, de jacto de areia, de alisamento da gusa	20 a 23
Poeiras pesadas ou húmidas	Poeiras de cimento húmido, poeiras de cal viva	>23

Perdas de carga

As perdas de carga num sistema de ventilação traduzem-se em quedas de pressão e estão diretamente ligadas à velocidade do escoamento do ar. Estas perdas podem ter várias origens, ou seja, podem considerar-se vários tipos de perdas de carga, nomeadamente as perdas de carga por atrito, existentes em todo o sistema, mas fazendo-se sentir principalmente nas condutas e as perdas de carga particulares, existentes em determinados ponto do sistema. No anexo 2 encontra-se uma explicação mais detalhada acerca destes dois tipos de perdas de carga.

As perdas de por atrito carga são calculadas com o recurso a ábacos e monogramas que foram desenvolvidos para esse efeito, como por exemplo o ábaco que se encontra no anexo 2. Na sua utilização é necessário ter em atenção que normalmente estes dão-nos a perda de carga por unidade de comprimento, $\Delta p/L$. Paralelamente a isto os fatores de correção podem ser utilizados para

compensar aproximações e as diferentes rugosidades dos materiais que constituem as condutas (Burgess, et al., 1989).

As perdas de carga particulares devem-se aos vários pontos do sistema onde o escoamento sofre algum tipo de perturbação. Exemplo dessa perturbação, são as entradas de ar, as curvas, as ligações, expansões e contrações das condutas. Para cada componente do sistema, a perda de carga é proporcional à pressão dinâmica do escoamento, assim pode definir-se um coeficiente de perda de carga por (Teles, 1982):

$$K = \frac{\Delta p}{\frac{1}{2}\rho V^2} \Leftrightarrow \Delta p = \frac{K \rho V^2}{2} = K P_v$$

Em que:

K – Coeficiente de perda de carga

O coeficiente de perda de carga, varia consoante o tipo de perturbação e como existe uma infinidade de perturbações, as mais comuns estão representadas no anexo 2.

Pode dizer-se então que cada perda de carga do sistema de ventilação é o produto entre o comprimento de uma conduta e a perda por unidade de comprimento ou entre a pressão dinâmica e um coeficiente de perda de carga.

A perda de carga total de um sistema de ventilação é então a soma de todas as perdas de carga particulares e por atrito.

Como em todos os sistemas, o sistema de ventilação tende a equilibrar-se, ou seja, quando duas condutas se juntam (figura 5), o caudal reparte-se pelas duas.

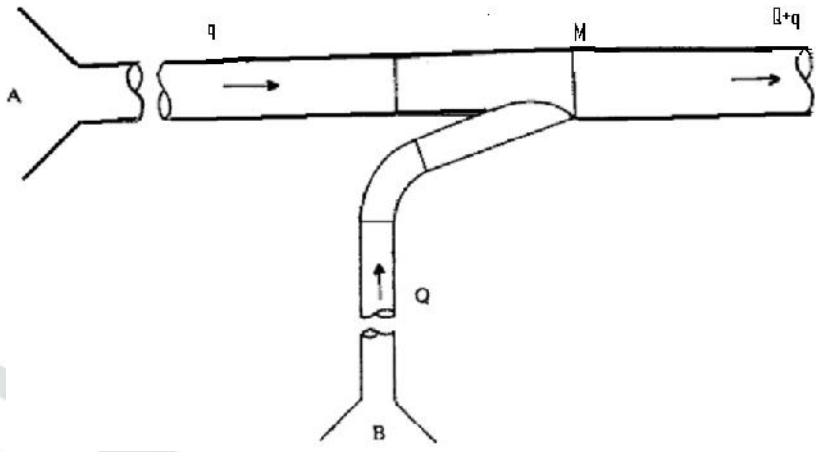


Figura 12 - Junção de duas condutas

Assim se houver diferença entre as perdas de carga dos dois ramos, o sistema vai equilibrar-se aumentando o caudal no ramo de menor resistência. Caso seja necessário mais caudal do outro ramo,

tem de se aumentar a resistência deste. O aumento da resistência pode ser feito através da modificação do desenho do ramo, diminuindo o diâmetro por exemplo, ou introduzindo neste um cone de equilíbrio, preferencialmente um regulador ou diafragma, para poder criar a perda suplementar necessária.

Ventilador

O componente que provoca o movimento do ar num sistema de ventilação é geralmente um ventilador. Este deve ser selecionado para o sistema de ventilação, segundo os seguintes parâmetros:

- Tipo de poluente;
- Dispositivo de limpeza do ar;
- Percurso de conduta;
- Tipo de chaminé exigido;
- Velocidade requerida.

O equilíbrio entre a velocidade necessária para transportar as partículas contaminantes suspensas e uma velocidade exagerada que provoque um gasto desnecessário e maiores perdas de energia, ruído e abrasão das condutas é um ponto-chave na implementação de um ventilador.

Filtros

De uma forma geral a indústria cerâmica utiliza dois tipos de dispositivos de limpeza, os separadores por filtragem e os separadores por via húmida. Estes últimos apenas são utilizados em processos muito específicos, como a aspiração nos pontos de vidragem. Têm como princípio o contacto de um líquido (normalmente água) disperso com as partículas a recolher. São indicados para a limpeza de ar a temperaturas elevadas ou de ar que contenha matérias que apresentem risco de explosão ou inflamação. Têm como vantagem a dimensão reduzida, mas como grandes desvantagens a introdução de perdas de carga elevadas e a elevada quantidade de energia necessária para recolher partículas de pequena dimensão

Os separadores por filtragem utilizados na maioria dos subsectores são os filtros de mangas. Estes contêm mangas alongadas de tecido que à medida que são atravessadas pelo ar contaminado retêm o contaminante. A limpeza das mesmas pode ser feita através do movimento vibratório da estrutura que as suporta ou através de um jacto brusco de ar comprimido. Esta limpeza pode ser feita de forma cíclica ou apenas quando a colmatação das mangas atingir um determinado valor para o qual está calibrado o sistema. Esta última permite uma redução no consumo de ar comprimido, o que representa uma redução da fatura energética.

Introdução ao procedimento de projeto

De uma forma geral o projeto tem em conta os seguintes passos:

1. Identificar as fontes de contaminação significativas.
2. Considerar eventuais futuros pontos de captação, pela adição de novos passos no processo.
3. Selecionar ou projetar os dispositivos de captação, de forma a restringir ao máximo o processo ou operação.
4. Determinar a velocidade de captura requerida para o controlo da emissão do contaminante.
5. Determinar o caudal necessário para transportar o contaminante, segundo a velocidade obtida no passo anterior.
6. Desenhar o percurso das condutas de transporte, registar as distâncias e elevações necessárias, localizar o ventilador e filtro. Identificar cada ramo do sistema.
7. Determinar a velocidade de transporte em cada ramo, mantendo a velocidade mínima de transporte.
8. Obter as necessidades de renovação de ar, tendo em conta se pretendemos que o compartimento se encontre em depressão, em sobrepressão ou à pressão atmosférica. Determinar se é necessário climatizar o ar de entrada.

A Figura 13 mostra alguns cuidados a ter em conta quando se estão a dimensionar as condutas de um sistema de ventilação, de forma a reduzir a perdas de carga. Um desses cuidados é a mudança de direção do escoamento que deve ser a menos brusca possível (Macedo, 1985).

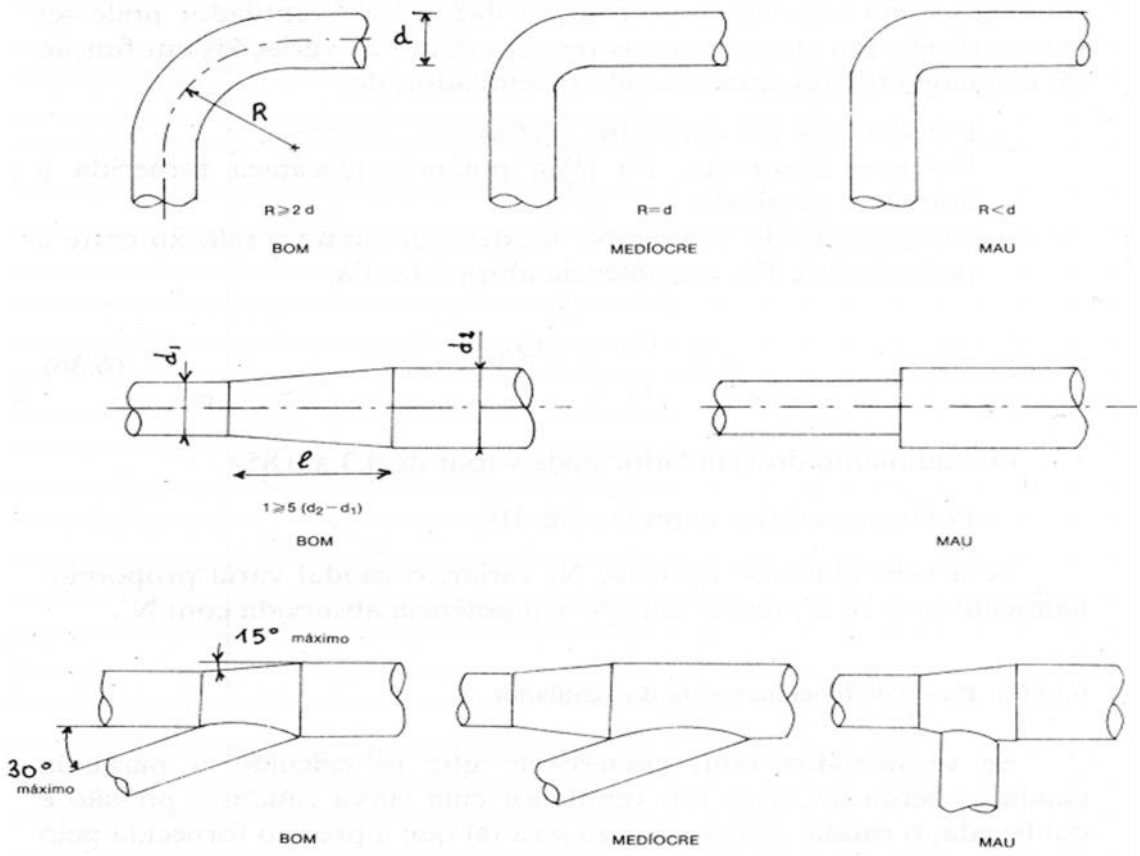


Figura 13 - Cuidados a ter no dimensionamento de condutas

O ventilador deve ser o último componente do sistema de ventilação e deve ser colocado entre o dispositivo de limpeza do ar e a conduta de exaustão. O objetivo é criar uma depressão relativa ao ambiente de trabalho, em todo o sistema, para o caso da existência de uma fuga. Este procedimento permite que, devido à diferença de pressão, o ar contaminado nunca seja expelido para o ambiente de trabalho.

Para uma determinada velocidade de rotação, N, o ventilador pode ser caracterizado por quatro curvas que representam as variações em função do caudal, Q:

- Pressão total do ventilador P_t (Pa);
- Altura de elevação, H (m);
- Potência absorvida, Pa (W), potência mecânica fornecida ao ventilador;
- Rendimento do ventilador, η_V, definido como a relação entre a potência útil, P_u, e a potência absorvida, P_a;

$$\eta_v = \frac{P_u}{P_a} \times \frac{Q_{p_t}}{P_a}$$

Os ventiladores podem ter rendimentos que variam de 0,3 a 0,85.

Quando a velocidade de rotação, N, varia, com ela variam também o caudal, Q, a pressão total, P_t, e a potência absorvida P_a.

Para a mesma velocidade, quando se representa no mesmo gráfico a parábola caudal – perda de carga, de um sistema de ventilação e se conhece a curva caudal - pressão de um ventilador, que é geralmente fornecida pelo fabricante do ventilador, o ponto em que as duas curvas se cruzam, indicam o ponto de funcionamento do ventilador, ou seja, o ponto em que o caudal é igual para ambos (sistema e ventilador). Esta representação pode ver-se na Figura 14.

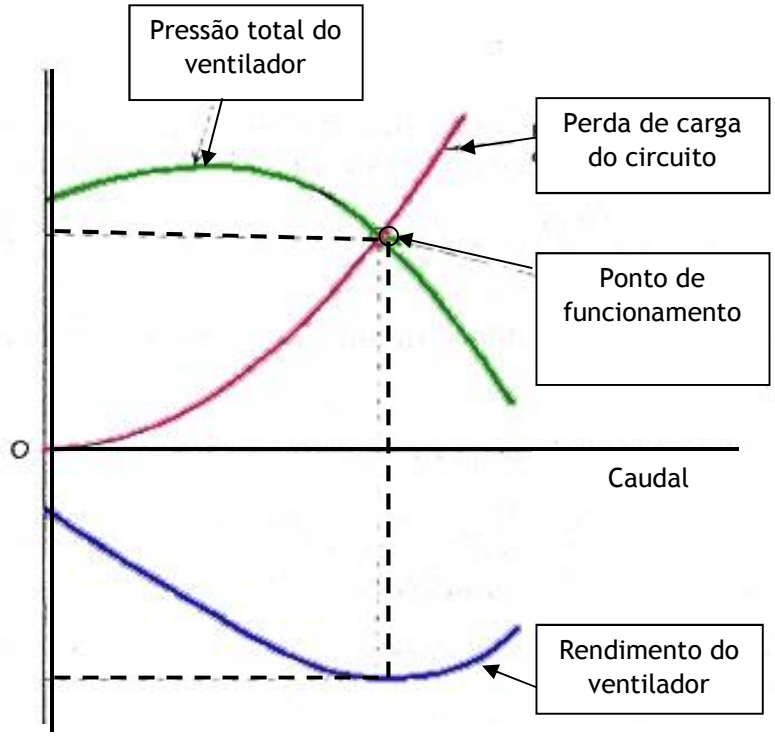


Figura 14 - Ponto de funcionamento de um ventilador

A potência a prever para o motor do ventilador ceverá ser pelo menos igual a:

$$P = \frac{Q}{\eta_V} \times \frac{p_t}{\eta_t}$$

Em que:

η_t – rendimento das transmissões.

Verificação e teste de um sistema de Ventilação Industrial

Os sistemas de aspiração localizada devem ser testados após a instalação e regularmente durante o seu tempo de vida útil. A manutenção do equipamento em bom funcionamento contribui para a se obter uma boa qualidade de ar no interior das instalações.

No anexo 3 encontra-se uma ficha de registo para a realização de uma verificação/teste ao sistema de controlo de poeiras.

Questões práticas dos Sistemas de Ventilação Localizada

Condutas

Como elementos de ligação entre os dispositivos colectores de poeiras e o filtro, encontram-se as condutas. Por vezes estas introduzem no sistema uma enorme perda de carga, devido à má utilização das mesmas, a fracturas e fissuras que vão surgindo ou simplesmente ao facto de não se encontrarem acupuladas a nenhum dispositivo. Outro problema que por vezes surge é a colmatação das condutas, ou seja, a impossíbilidade de circulação do poluente no seu interior.

Figura 15 – Condutas desconectadas

Figura 16 - Condutas com fissuras

Figura 17 - Conduta obstruída

Válvulas

As válvulas, automáticas e manuais, são utilizadas para aumentar a eficiência do sistema ou para satisfazer as necessidades de aspiração num determinado ponto. Desta forma são uma mais valia quando bem aplicadas num sistema de aspiração localizada, permitindo manter os caudais e velocidades de captação dentro dos valores.

Figura 18 - Válvulas automáticas

Figura 19 - Válvula manual

Principais aplicações na indústria cerâmica

Tremonhas

As tremonhas são dispositivos utilizados geralmente na receção e carga de matérias-primas. Os sistemas de aspiração podem ser aplicados de diversas formas, conforme se pode verificar nas figuras seguintes. A forma mais eficaz de captação de poeiras combina o confinamento da zona de carga com a aspiração localizada

Figura 20 Confinamento e aspiração de tremonha de recção de pó atomizado

Outra forma de aplicação da ventilação nestes dispositivos passa pela colocação de captadores em redor da zona de descarga. Esta solução implica maiores velocidades de captação, mas um menor caudal, ou seja, quando os volumes de matéria são pequenos (inferior a $3m^3$ por descarga) bastam dispositivos de captação com estas configurações. Caso os volumes sejam superiores, é preferível optar pelos anteriormente referidos.

Figura 21 - Captadores na zona de descarga e confinamento

Quando não existe confinamento ou aspiração nas tremonhas, como demonstram as imagens a baixo, a libertação de poeiras é inevitável. Estas podem não só prejudicar/contaminar as zonas onde estes dispositivos se encontram, mas através das correntes de ar, outros postos de trabalho.

Figura 22 - Tremonhas sem confinamento e aspiração, situações a evitar

Descarga de sacos

A entrada da matéria-prima nas empresas pode ser ainda efetuada através de sacos ("big-bags"), a descargas destes recipientes também liberta poeiras e algumas das soluções para a aspiração da referida poeira pode ver-se nas imagens que se seguem.

Figura 23 - Descarga de "Big-bags"

Tapetes de transporte

O transporte das matérias-primas e da pasta é efetuado na maioria das empresas por tapetes. As zonas de carga e descarga destes dispositivos constituem os pontos de maiores emissões de poeiras, ou seja, é sobretudo aí que os sistemas de despoeiramento devem atuar. A dificuldade de confinamento e aspiração surge devido à diversidade de transições existentes, pelo que se deve reduzir ao máximo essa variedade, uniformizando as transições assim como os dispositivos de captação.

Os pontos de emissão de poeiras devem possuir dispositivos bem escolhidos e colocados que confinem as zonas de libertação de poeiras.

Figura 24 – Captadores fechados em ponto de queda de tapete

Figura 25 – Confinamento total dos tapetes

Figura 26 - Captadores confinam toda a zona de emissões

Devem evitar-se alguns erros como os apresentados nas figuras seguintes.

Figura 27 - Pontos de queda sem captadores

Figura 28 - Captadores incompletos – mal dimensionados

Figura 29 - Conduta desconectada

Deve evitar-se um mau confinamento e um afastamento elevado do ponto de emissão. Devido à distância de colocação do captador, a velocidade no ponto de emissão mostrado na Figura 30 é de 0,1m/s, ou seja, é insuficiente para a captação das poeiras naquele ponto. Com uma velocidade de aspiração tão baixa, uma pequena "corrente de ar" é suficiente para alterar a orientação do escoamento.

Figura 30 - Demasiada distância ao ponto de emissão

Subsector de pavimento e revestimento - Prensas

Este é o ponto mais crítico de todo o subsector do pavimento e revestimento devido à grande variedade de equipamentos e produtos. Quando é feita a limpeza do quadro do molde durante a prensagem, por injeção de ar comprimido, torna estes nos pontos mais complexos de confinar/controlar. Contudo as empresas produtoras destes equipamentos assim como as empresas que projetam e implementam sistemas de despoeiramento e muitas vezes as próprias empresas utilizadoras têm vindo a instalar e adaptar formas de captação e confinamento.

Figura 31 - Pontos de aspiração implementados pelo fabricante das prensas

Figura 32 - Pontos adicionais de aspiração

Subsector de pavimento e revestimento – limpeza de peças prensadas

Neste subsector, ao longo das linhas de produção são executadas diversas tarefas de acabamento e limpeza das peças. Alguns exemplos de equipamentos de despoeiramento, utilizados nas referidas tarefas, encontram-se representados nas figuras seguintes.

Figura 33 – Aspiração de escovas na saída da prensa

Figura 34 – Aspiração de escovas no início da linha de vidragem

Subsector de pavimento e revestimento – Aplicação de vidrados por pulverização

Nas aplicações de vidrados por pulverização, em particular com discos rotativos ou aerógrafo é necessário que as cabinas estejam dotadas de aspiração localizada, como o exemplo apresentado na Figura 35.

Figura 35 – Cabina de aplicação de vidrados por aerógrafo com aspiração localizada

Subsector de louça utilitária e decorativa - Acabamento

No subsector da louça utilitária e decorativa a captação das poeiras deve ser bastante cuidada, uma vez que na maioria dos casos estas são emitidas com velocidade inicial, logo é extremamente importante a localização do captador. As imagens seguintes ilustram alguns exemplos dos referidos casos.

Figura 36 – Aspiração em acabamento automático de pratos prensados

Figura 37 – Aspiração em posto de acabamento automático de peças ocas

Subsector de louça utilitária e decorativa - Cabines de limpeza de chacota

A limpeza de chacota pode tornar-se um ponto de libertação de poeiras significativo pelo que esta operação deve ser sempre realizada em cabinas com aspiração localizada suficiente para captar as poeiras libertadas pela sopragem com ar comprimido.

Figura 38 – Cabinas de aspiração na limpeza de chacota

Subsector de louça utilitária e decorativa – Máquinas de vidragem

No subsector de louça utilitária e decorativa, em particular na produção de peças em faiança e grés, são utilizadas máquinas de vidragem com aplicação do vidrado por pulverização. A quantidade de SCR depende, sobretudo, da sua presença na composição do vidrado mas mesmo nos casos em que não é

utilizada é conveniente ter uma aspiração eficaz pois o vidrado pode conter outros compostos perigosos, como por exemplo, compostos de chumbo.

Figura 39 – Vista geral de máquina de vidragem

Figura 40 – Zona de aplicação de vidrado

Figura 41 – Zona de entrada na lateral da cabina de aplicação de vidrado

Figura 42 – Zona de aplicação de vidrado

Subsector de louça sanitária – Inspeção

A inspeção de peças antes da vidragem é das tarefas onde existe maior empoeiramento. As cabinas devem ter um caudal e velocidade do ar compatíveis com a grande quantidade de poeiras geradas. Como medida de melhoria deve ser considerada a possibilidade de o operador se posicionar lateralmente na cabina para que o seu corpo não sirva de barreira ao fluxo de ar. Adicionalmente, o piso da plataforma deve ser em grelha aberta para evitar a acumulação de pó sob a sola do calçado do operador.

Figura 43 – Cabinas de inspeção

Figura 44 – Inspeção em carrossel

Subsector de louça sanitária – Vidragem

Outro ponto importante de exposição à SCR é a vidragem das peças de louça sanitária. Mesmo nos casos em que a vidragem é feita por robot a aspiração é importante para evitar a dispersão de poeiras para as zonas limítrofes. Tal como na inspeção a vidragem pode ser feita em cabinas ou em carrosséis. No geral, os requisitos para a vidragem são semelhantes aos mencionados para a inspeção.

Figura 45 – Zona de vidragem em carrossel

Figura 46 – Passagem entre diferentes zonas de carrossel

Figura 47 – Cabine de vidragem com robot

Notas para um melhor desempenho do Sistema de Ventilação

4.1.5. Sistemas de aspiração por vácuo

Os sistemas de aspiração por vácuo permitem uma melhor limpeza dos locais de trabalho e equipamentos quando comparados com outros meios de aspiração, devido à elevada velocidade do ar.

Do mesmo modo que os sistemas de aspiração localizada, estas instalações devem ser utilizadas e mantidas de forma a funcionarem sempre corretamente.

Figura 48 - Central de aspiração por vácuo (cortesia Keller Lufttechnik)

Estes sistemas são, normalmente constituídos pela unidade de criação de vácuo, filtro de poeiras e tubagem, sendo instaladas tomadas de aspiração junto dos locais em que a sua utilização é mais relevante. O operador terá, posteriormente de ligar um tubo flexível à tomada de aspiração para aspirar os pontos necessários.

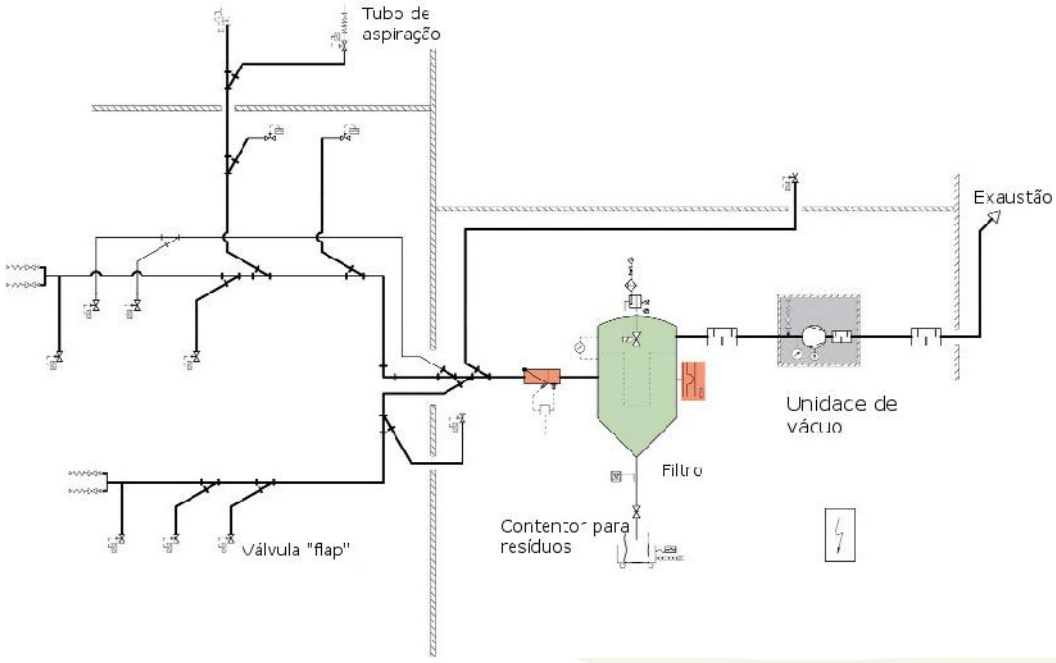


Figura 49 – Esquema de um sistema de aspiração por vácuo (cortesia Keller Lufttechnik)

4.1.6. Supressão de poeiras por aglomeração

Em pavilhões com grandes áreas e elevada dispersão de fontes de empoeiramento as soluções técnicas de captação de poeiras podem ser ineficazes ou terem um custo demasiado elevado.

Nestas situações pode ser utilizado o sistema designado por "*agglomerative dust suppression*", também referido como "*dry-fog*" (nevoeiro seco) devido a não molhar o solo e os equipamentos, adicionando uma pequena percentagem de humidade aos materiais (inferior a 0,5%, normalmente, 0,1%).

O sistema baseia-se na geração de pequenas gotículas de água que se ligam às partículas de poeira, humedecendo-as e fazendo-as depositar. A dimensão das gotículas de água tem de ser aproximada da dimensão das partículas, de forma a permitir a coalescência entre ambas. A diferença de dimensão entre as partículas respiráveis e as gotas de água explica a ineficácia da pulverização de água como sistema de controlo das poeiras. (Warrington, 1978).

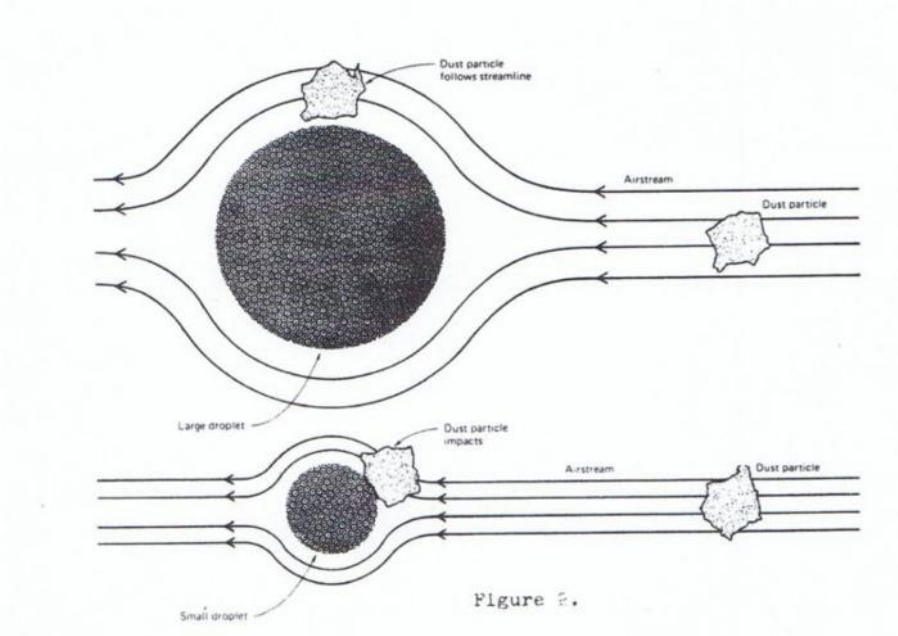


Figura 50 – Representação do efeito do tamanho da gotícula de água na interação com as partículas de poeira (Warrington, 1978)

Outra característica importante nestes sistemas é o facto de não haver deposição de água no solo pelo que não existe o risco acrescido de escorregamento devido à formação de lama no piso.

Existem diversos sistemas já comercializados que respondem às necessidades específicas de diferentes áreas e operações do processo de fabrico cerâmico, A título de exemplo referem-se alguns dos pontos onde podem ser instalados estes equipamentos:

- Descarga de camiões de matérias-primas a granel;
- Tolvas de carga/descarga de matérias-primas;
- Tulhas de matérias-primas;
- Movimentação de materiais;
- Fontes difusas de poeiras.

4.1.7. Sistemas de movimentação e transporte

Os sistemas de movimentação e transporte de materiais sólidos secos (por exemplo, pó atomizado, argilas e outras matérias-primas) utilizados na indústria cerâmica podem ser de vários tipos, sendo os mais comuns os tapetes transportadores mas podendo também ser utilizados os elevadores de alcatruz e os sistemas pneumáticos.

Quando da escolha do sistema de transporte deve ser escolhido o que for mais adequado ao tipo de material a movimentar e às condições do local. Os sistemas devem ser mantidos em condições de funcionamento ótimas.

Deve ser dada preferência aos sistemas fechados quando se movimentam materiais contendo sílica cristalina respirável. Em alternativa, os materiais podem ser humidificados quando tal for tecnicamente possível.

Sistemas pneumáticos de transporte: devem ser fornecidos por empresas especializadas; deve ser dada atenção especial ao carácter abrasivo do pó e à sua granulometria para evitar a dispersão no ar ambiente causada por fugas.

Tapetes transportadores: devem possuir sistemas de limpeza da superfície dos tapetes. Os pontos de queda devem ser dotados de dispositivos de confinamento com aspiração localizada ligada ao sistema de despoeiramento.

Figura 51 – Tapetes carenados e com sistema de aspiração localizada

Os **elevadores de alcatruz**, utilizados para transporte vertical, os **alimentadores vibrantes**, utilizados no transporte horizontal e os **transportadores de parafuso sem-fim**, utilizados no transporte horizontal e vertical devem ser fechados e mantidos em depressão, com pontos de aspiração ligados nas suas extremidades.

4.2. Sectores e operações fabris comuns

Nesta secção do guia referem-se as medidas a tomar em secções fabris que são comuns aos diferentes subsectores da indústria cerâmica. As medidas devem ser ponderadas tendo em conta a dimensão das instalações em causa e as especificidades inerentes a cada subsector.

4.2.1. Armazenagem de matérias-primas

As zonas de armazenagem devem ser definidas e sinalizadas, sendo sempre que possível separadas fisicamente das restantes áreas da empresa.

A área deve ser espaçosa, organizada, bem iluminada e ventilada.

A existência de subdivisões no edifício contribuirá para reduzir a propagação de poeiras.

Os materiais inflamáveis, bem como as embalagens vazias devem ser armazenados em locais separados das restantes matérias-primas.

As áreas de armazenagem devem ser projetadas de forma a evitar a colisão dos veículos com os materiais armazenados. Por exemplo, existe o risco de desmoronamento de uma pilha de big-bags no caso de se danificar o saco inferior e este conter pó atomizado ou outro material que escoe com facilidade.

Limitar a altura das pilhas de materiais armazenados, de forma a reduzir ao mínimo a sua queda.

Estabelecer procedimentos de limpeza imediata quando da ocorrência de derrames de materiais.

Armazenagem a granel - tulhas

As zonas de armazenagem a granel são comuns nas empresas cerâmicas que preparam a sua própria pasta. Caracterizam-se pela existência de materiais ao ar, sem qualquer proteção e a sua movimentação ser feita sem possibilidades de confinamento ou aspiração, em regra com a utilização de pá carregadora.

Figura 52 – Vista geral de zona de armazenagem de matérias-primas

Sempre que possível devem ser previstas zonas de passagem separadas para veículos e peões, de forma a evitar que os trabalhadores circulem em zonas com poeiras provenientes da movimentação dos veículos.

Os pavimentos devem ser impermeáveis e fáceis de limpar (por exemplo, betão).

Figura 53 – Tulhas separadas para a armazenagem de matérias-primas a granel

Figura 54 – Nave separada para armazenagem de matérias-primas, com movimentação automatizada

Onde seja possível, deve cobrir-se com telas plásticas ou oleado o material armazenado que não esteja a ser utilizado ou, quando aplicável, utilizar um sistema de nebulização de água para evitar a dispersão de poeiras.

Silos

Os silos de materiais em pó devem estar equipados com filtros para a saída do ar durante o enchimento (sistemas de alimentação pneumático). Em alternativa, os silos devem possuir bocas de captação ligadas ao sistema de despoeiramento, com caudal adequado para impedir a emissão de poeiras para o exterior durante a carga do silo.

Pá carregadora e outras máquinas de movimentação de terras

Nos armazéns de matérias-primas a granel são, normalmente, utilizadas pás carregadoras para se fazer parte da movimentação, como por exemplo, a arrumação das matérias-primas nas tulhas e o seu transporte e colocação em tremonhas de dosagem.

Quando a pá carregadora se destina a ser utilizada no interior deve ser dada particular atenção às emissões de escape que devem ser reduzidas, de forma a respeitar os valores estabelecidos para as partículas e gases de combustão.

O equipamento deve possuir cabina fechada, com climatização e pressurizada. Os filtros na entrada de ar devem ser de alta eficiência, adequados para partículas finas nocivas. O caudal de ar deve ser o suficiente para manter o interior da cabina em pressão positiva e garantir renovação do ar no seu interior. Como características indicativas para as cabinas destes equipamentos podem-se referir as seguintes:

- Pré-filtro para proteger o filtro de elevada eficiência (filtro HEPA);
- Manómetro para verificação do correto funcionamento do sistema de ventilação;
- Manutenção de uma sobrepressão de cerca de 10 Pa no interior da cabina para prevenir a entrada de ar contaminado;
- A vedação das portas e janelas deve ser feita em material apropriado para a vedação (por ex., neopreno).

Na utilização dos equipamentos de movimentação de matérias-primas devem ser tidos em conta os seguintes aspetos:

- As portas e janelas devem ser mantidas fechadas;
- A ventilação deve estar ligada e em funcionamento no início do trabalho
- O estado do equipamento, em particular do pré-filtro e do filtro de ar, deve ser verificado regulamente e feita a necessária manutenção.
- O interior da cabine deve ser limpo regularmente (pelo menos uma vez por semana) utilizando um aspirador com filtro HEPA.

4.2.2. Laboratório

Os operadores de laboratório podem estar expostos à SCR durante a realização de ensaios no laboratório e quando se deslocam às áreas fabris para recolherem amostras ou participarem em ensaios de linha.

Os laboratórios devem ser instalados afastados das zonas mais empoeiradas ou, se tal não for possível, devem ser isolados das áreas empoeiradas adjacentes.

O local deve ser projetado de forma a existirem vias de acesso e espaço suficiente para fazer a limpeza e manutenção.

Se necessário, os laboratórios devem possuir um sistema próprio de fornecimento de ar limpo.

Os pavimentos e paredes devem ser construídos em materiais que evitem a acumulação de poeiras e sejam de fácil limpeza quando contaminados.

Todas as operações que se executem no laboratório tais como: pulverização de vidrados ou tintas, pesagens, fragmentação, moagem e prensagem, devem ser feitas evitando que os operadores estejam expostos a poeiras e que estas se espalhem pelo interior do local. As medidas a tomar são as seguintes:

- Cabina com aspiração para pulverização de vidrados e tintas. As cabinas devem ter a dimensão adequada para que o fundo fique suficientemente afastado do ponto de pulverização de forma a evitar que o jacto pulverizado seja refletido em direção ao operador (deve ser tida em atenção a pressão aplicada);
- Confinamento e aspiração localizada no caso de moagem, fragmentação, pesagem e prensagem.

A instalação de aspiração localizada deve ser executada de acordo com os princípios apresentados em secção própria, assegurando-se a captação, transporte e tratamento das poeiras.

O depósito de amostras deve ser feito no exterior do laboratório ou em área separada do local de trabalho.

A limpeza do laboratório deve ser feita a húmido ou utilizando aspiradores com filtro HEPA ou equivalente.

4.2.3. Preparação de vidrados e tintas

A preparação de vidrados e tintas é comum aos diversos subsectores da indústria cerâmica. As operações podem variar de empresa para empresa, tendo em consideração o tipo de produto e, em particular, o facto de ser comum no sector a aquisição de vidrados e tintas preparados por empresa fornecedoras especializadas. Outro fator determinante no que respeita à exposição à SCR tem a ver

com a quantidade presente nas matérias-primas utilizadas, existindo diferenças significativas em função dos diferentes tipos de vidrados e tintas.

A partir do levantamento das percentagens de SCR nas matérias-primas utilizadas e da sua forma física (pó, granulado, suspensão), das operações realizadas (pesagem, moagem, diluição, mistura, etc.) e dos resultados de apreciação da exposição à SCR, devem ser tomadas as medidas consideradas adequadas para a instalação em causa.

Durante as operações de dosagem e de carga das matérias-primas, em particular quando estas são pulverulentas, devem ser consideradas as medidas adequadas ao confinamento das operações e à aspiração das poeiras. Após a moagem ou diluição, a emissão das poeiras decorre, em geral, da secagem da suspensão, devendo, neste caso ser dada especial atenção às recomendações mencionadas no ponto 4.1.1. Limpeza das instalações.

Armazenagem de matérias-primas

As zonas de armazenagem devem ser definidas e sinalizadas, sendo sempre que possível separadas fisicamente das restantes áreas da empresa.

A área deve ser espaçosa, organizada, bem iluminada e ventilada.

Os materiais inflamáveis, bem como as embalagens vazias devem ser armazenados em locais separados das restantes matérias-primas.

As áreas de armazenagem devem ser projetadas de forma a evitar a colisão dos veículos com os materiais armazenados. Por exemplo, existe o risco de desmoronamento de uma pilha de big-bags no caso de se danificar o saco inferior e este conter pó atomizado ou outro material que escoe com facilidade.

Limitar a altura das pilhas de materiais armazenados, de forma a reduzir ao mínimo a sua queda.

Estabelecer procedimentos de limpeza imediata quando da ocorrência de derrames de materiais.

Manter as embalagens fechadas. Sempre que uma embalagem seja deteriorada deve ser substituída por outra embalagem em bom estado.

Moagem e diluição

A instalação deve possuir acessos e espaço suficiente para permitir a limpeza e manutenção.

Separar, tanto quanto possível as instalações de moagem e instalá-las em locais em cujo pavimento seja prevista inclinação e canalizações para a recolha e a reutilização dos efluentes líquidos resultantes do processo e das lavagens. É recomendada uma inclinação entre 1,5º a 2,0º.

As instalações de moagem devem ter um sistema de aspiração localizada e de confinamento do pó, de forma que a alimentação de matérias-primas, a descarga do material e o movimento dos órgãos

móveis dos moinhos, diluidores ou outros equipamentos do processo ocorram sem a dispersão de poeiras. No geral, todos os pontos críticos no que respeita à libertação de poeiras devem estar dotados de captadores ligados à aspiração.

Manter a tubagem de aspiração o mais curta e simples possível, evitando troços longos de tubo flexível.

Na secção de moagem de vidrados, para além das indicações anteriores, sempre que aplicáveis, devem ser tidas em conta as recomendações mencionadas nos pontos deste guia referentes a:

- 4.2.5. Esvaziamento de sacos – dosagem de pequenas quantidades4.2.5. Esvaziamento de sacos – dosagem de pequenas quantidades;
- 4.2.8. Enchimento e esvaziamento de sacos de grande capacidade (*big-bags)*.

4.2.4. Descarga e transporte dos resíduos dos sistemas de despoeiramento

Quando possível, a unidade de captação de pó deve estar no exterior das zonas de trabalho.

Deve assegurar-se que a poeira recolhida no sistema de despoeiramento é recolhida e transportada de forma a evitar-se a sua dispersão no ambiente de trabalho, utilizando transporte pneumático ou com sistemas de recolha fechados, tais como um contentor fechado ou um *big-bag* com forro em plástico.

Sempre que possível deve ser prevista a reutilização dos resíduos (poeiras ou lamas) no ciclo produtivo, tendo em atenção que se deve evitar a dispersão de poeiras no ambiente (ver sistemas de transporte).

No transporte e esvaziamento dos contentores de pó devem ser utilizados dispositivos e métodos que reduzam a dispersão de poeiras no ambiente (por exemplo, transporte pneumático ou aspiração e posterior descarga em turbodiluidor, parafusos sem-fim, esvaziamento de contentores em tolvas com aspiração. Quando necessário utilizar equipamento de proteção das vias respiratórias.

Prever um sistema de controlo de enchimento dos contentores de pó. Preferencialmente deve possuir um indicador de nível com sinalizador.

Ter em conta o modo de deslocação do contentor para o seu esvaziamento, de forma a facilitar as operações, evitando a dispersão do material.

4.2.5. Esvaziamento de sacos – dosagem de pequenas quantidades

A instalação deve ser projetada de forma a ter vias de acesso e espaço suficiente para efetuar a limpeza e manutenção.

Para o esvaziamento dos sacos utilizar um dispositivo que inclua aspiração. Esse dispositivo deve confinar o mais possível a fonte de emissão e manter uma pressão negativa em relação ao ambiente.

As instalações de descarga dos sacos devem estar ligadas a um sistema de despoeiramento fixo, sendo também possível a existência de um sistema móvel, independente, para apoio às operações de esvaziamento de sacos em locais não previstos.

No esvaziamento manual, assegurar-se que os trabalhadores despejam o conteúdo dos sacos com cuidado para levantar o mínimo de poeira possível. Os sacos devem ser vazados tendo a abertura afastada do trabalhador.

O manuseamento das embalagens vazias pode dispersar uma quantidade importante de pó. Para evitar essa dispersão, os sacos devem ser despejados o mais completamente possível, no interior da zona com aspiração, e a eliminação dos sacos vazios deve ser feita sob confinamento e aspiração localizada.

Figura 55 – Descarga dos sacos em contentor com aspiração e colocação dos sacos para deposição com libertação de poeiras (Health and Safety Executive, 2008)

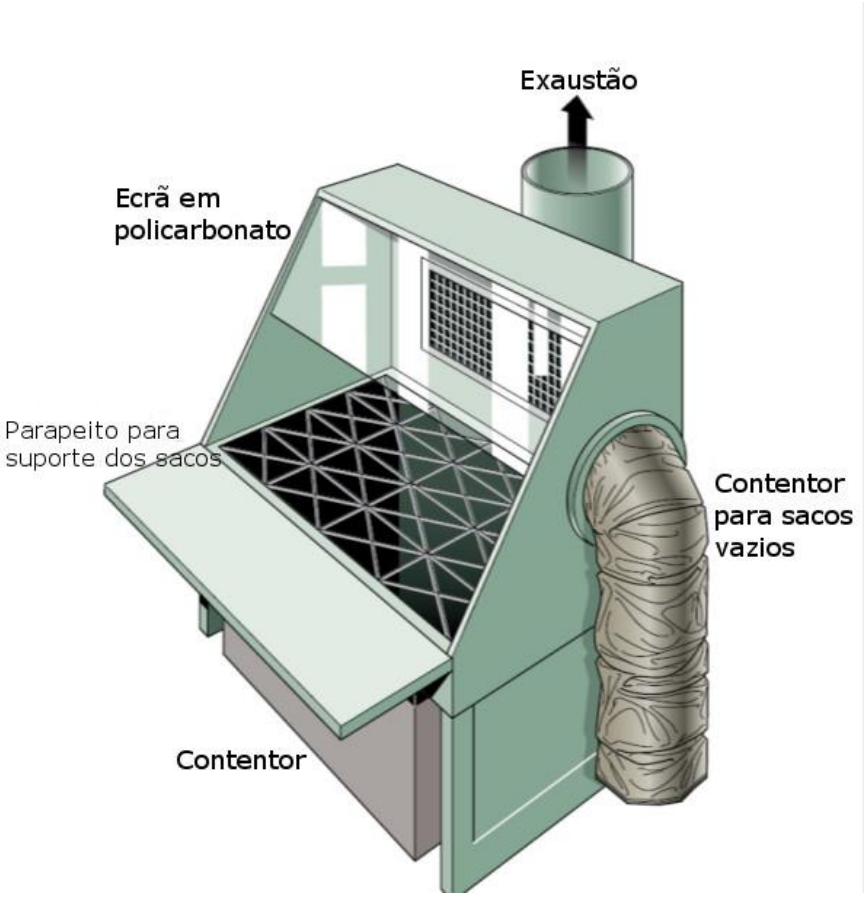


Figura 56 – Cabina com contentor para sacos vazios (Health and Safety Executive, 2008)

Se possível, o dispositivo de esvaziamento de sacos deve estar instalado longe de portas, janelas e corredores, de forma a evitar as correntes de ar que possam intervir na prestação do sistema de despoeiramento.

Pesagem

A instalação de pesagem deve ser o mais possível fechada e suficientemente ampla para conter os equipamentos e materiais de uso corrente. Reduzir ao mínimo a abertura, garantindo o espaço necessário para operar em segurança. Podem ser utilizadas portas transparentes ou faixas plásticas transparentes.

A velocidade do ar geral indicado para a parte interior é de, pelo menos, 0,5 m/s. A velocidade do ar na zona de emissão de pó deve ser de, pelo menos 1 m/s.

4.2.6. Descarga de camiões cisterna – sistema pneumático

Camião cisterna

O fluxo de descarga deve ser regulado de acordo com a capacidade do silo em enchimento e compatível com a capacidade do filtro do silo. As pressões de descarga são estabelecidas por acordo entre o operador do camião e o operador da unidade de receção.

As tubagens de descarga da cisterna, as ligações e juntas devem ser projetados para suportar as pressões de ar elevadas e a abrasão provocadas pelas operações de descarga.

As tubagens flexíveis devem ser dispostas de modo a poderem ser completamente esvaziadas antes de serem desengatadas.

Silos de armazenagem

A instalação deve ser projetada de forma a ter acessos e espaço suficiente para se fazer a limpeza e manutenção. Os silos devem cumprir com os requisitos adequados à sua utilização.

São necessários dispositivos que evitem a sobrepressão do silo quando é cheio, tais como limitadores de pressão e sinalizadores de nível. Devem ser instalados sistemas de extração e filtragem do ar deslocado durante o transporte dos produtos para evitar a emissão de poeiras para o ambiente durante a descarga do camião cisterna. Os filtros instalados devem ser adequados à dimensão das partículas dos materiais armazenados.

Se os sistemas de descarga dos silos não podem ser selados (válvula de descarga estanque), deve assegurar-se que os indicadores de nível assinalam uma quantidade mínima de pó no fundo do silo.

As tubagens devem ser projetadas para reduzir ao mínimo os pontos mortos nos quais se possam acumular materiais e para facilitar a eliminação de obstruções que se se formem.

Os pontos de ligação da alimentação dos silos (e, de preferência, os próprios silos) devem ser colocados o mais próximo possível do local de paragem da cisterna. Deste modo, eliminar-se-á a necessidade de haver mangueiras flexíveis demasiado longas, as quais se devem vazar completamente antes de serem desacopladas das restantes condutas.

4.2.7. Descarga de material a granel

As operações de descarga de matérias-primas a granel transportadas em camiões basculantes são comuns na indústria cerâmica. De um modo geral, a descarga pode ser feita diretamente na tulha de armazenagem ou numa tremonha de receção.

As infraestruturas e equipamentos de armazenagem devem estar em locais separados (segregados) dos restantes sectores da unidade industrial. Devem ser projetadas de forma a permitir a correta

armazenagem dos materiais, sem dispersão pelas vias de circulação ou locais circundantes. As instalações devem ser espaçosas para permitir a sua limpeza e manutenção adequadas.

Todos os equipamentos de descarga devem ser adequados a essa finalidade e mantidos em boas condições.

Quando se descarregam materiais em tremonhas ou contentores devem ser instalados sistemas de aspiração localizada.

As dimensões e forma das tremonhas de descarga devem ser projetadas de modo adequado à capacidade dos veículos de transporte ou dos equipamentos (por exemplo, pá carregadora) que os alimentam.

Quando se descarregam materiais secos em tulhas prever a existência de dispositivos para conterem o pó, por exemplo, supressão de poeiras por aglomeração.

Quando é necessária a presença de operadores, deve ser tida em consideração a possibilidade de isolar a área de descarga e mantê-la com pressão negativa em relação à área circundante. Em alternativa, prever cabinas de controlo, isoladas do ambiente geral e mantidas em pressão positiva em relação ao local.

Carga de pó atomizado em camiões

Para a carga de pó atomizado em camiões deve ser instalado um sistema de aspiração para as poeiras, de tal forma que a zona de queda seja circunscrita com um captador cilíndrico, móvel, que se ajuste em função da altura de carga.

4.2.8. Enchimento e esvaziamento de sacos de grande capacidade (*big-bags)*

A instalação deve ser projetada de forma a ter vias de acesso e espaço suficiente para efetuar a limpeza e manutenção.

Deve assegurar-se os *big-bags* utilizados são adequados para a utilização prevista (por exemplo, tipo de material, qualidade das costuras, bocas de carga e descarga, reutilização). Quando se ensacam materiais em pó deve prevenir-se a dispersão de pó durante a movimentação dos *big-bags*.

A utilização de *big-bags* tratados com polietileno ou com forro em plástico contribui para a redução da emissão de poeiras.

Utilizar um equipamento de carga que permita enviar para o sistema de despoeiramento o ar expulso pelo material do interior do saco. O material pode ser descarregado por um tubo central e as poeiras e o ar proveniente do saco serem recolhidas por um anel exterior ligado a um sistema de aspiração.

A boca do saco deve ser bem ajustada ao anel exterior para evitar a fuga de poeiras durante o enchimento. Pode ser usada uma fita em velcro, uma abraçadeira ou um elástico.

Instalar o equipamento de enchimento numa zona bem ventilada.

Quando se ensacam materiais em pó ter em consideração a possibilidade de instalar um dispositivo vibrante na boca de carga, de forma a assegurar que esta fica vazia antes de o *big-bag* ser retirado.

Os sacos devem ser empilhados de forma estável, tendo em consideração as regras de segurança para este tipo de armazenagem.

Durante o esvaziamento dos sacos, os equipamentos de suporte devem apoiar os sacos mesmo no caso de rotura das cintas. Deve ser previsto um dispositivo de aspiração localizada na descarga dos sacos.

Quando se utiliza farinha de sílica, deve ser considerada a utilização de instalações de descarga de *big-bags* com sistemas de proteção que evitam a dispersão de poeiras.

Se possível, instalar o equipamento de descarga de sacos longe de portas, janelas e corredores para evitar que correntes de ar possam influenciar o funcionamento da aspiração localizada.

O manuseamento das embalagens vazias pode dispersar uma quantidade importante de pó. Para evitar essa dispersão, os sacos devem ser despejados o mais completamente possível, no interior da zona com aspiração, e a eliminação dos sacos vazios deve ser feita sob confinamento e aspiração localizada.

4.2.9. Peneiração

A peneiração a seco de materiais contendo sílica livre cristalina aplica-se sobretudo nos processos que utilizam pó atomizado.

Deve-se assegurar que os equipamentos de peneiração a seco são adequados a esse fim e são mantidos em boas condições de funcionamento. Os equipamentos devem ser projetados e instalados por forma a poderem ser facilmente acessíveis para limpeza e manutenção.

A zona de peneiração deve ser protegida, através de confinamento e aspiração, ligada ao sistema de despoeiramento.

Durante a fase de projeto também deve ser tida em conta a redução da transmissão de vibrações do peneiro ao sistema de despoeiramento, verificando a conformidade após a montagem.

4.2.10. Limpeza, manutenção e reparação de fornos

As operações de limpeza, manutenção e reparação de fornos variam significativamente em função do tipo de forno e das operações em causa. Sem se pretender ser exaustivo, as principais atividades nesta área são:

- Mudança de rolos;
- Limpeza de cacos pelas portas de visita (forno em funcionamento)
- Limpeza da soleira do forno (forno desligado, com deslocação ao interior)

- Substituição de blocos de queimadores
- Reparação dos refratários (tijolos, placas ou fibra)
- Reparação de vagonas;
- Remodelação do forno (por exemplo, acrescento de módulos);
- Desmontagem, desmantelamento ou demolição (em função do tipo de forno).

No que respeita à prevenção do risco associado à SCR importa, sobretudo, o empoeiramento que resulta das referidas operações e do teor de SCR nas poeiras. Para além das poeiras resultantes dos materiais cerâmicos importa também considerar as poeiras provenientes dos materiais refratários utilizados na construção dos fornos e da chamada "mobília" (vagonas, rolos, suportes para peças, etc.). De entre estes materiais convém salientar as fibras refratárias e isolantes que têm sido utilizadas em cada vez maior quantidade e que também elas representam um risco para a saúde dos trabalhadores que a manuseiam.

Fibras refratárias

Existem diversos tipos de fibras refratárias e isolantes utilizadas na indústria cerâmica que apresentam diferente perigosidade para a saúde:

- Lã mineral [Fibras de vidro (silicatos) sintéticas com orientação aleatória e um teor ponderal de óxidos de elementos alcalinos e alcalino-terrosos ($Na_2O+K_2O+CaO+MgO+BaO$) superior a 18 %], classificadas como cancerígenas de categoria 3 - possíveis efeitos cancerígenos;
- Fibras cerâmicas refratárias [Fibras de vidro (silicatos) sintéticas com orientação aleatória e um teor ponderal de óxidos de elementos alcalinos e alcalino-terrosos ($Na_2O+K_2O+CaO+MgO+BaO$) não superior a 18 %], classificadas como cancerígenas de categoria 2 – fortes suspeitas de provocarem cancro em seres humanos.
- Lãs de alumina/sílica policristalinas, classificadas como cancerígenas de categoria 2, integradas no mesmo grupo das fibras cerâmicas refratárias.

Um facto conhecido é a transformação das fases amorfas dos dois primeiros tipos de fibras em fases cristalinas incluindo sílica (em particular, cristobalite) durante a sua utilização. Este processo de desvitrificação depende tanto da temperatura como da duração do período de serviço.

Atendendo à perigosidade destes materiais, as medidas de prevenção e proteção na realização de trabalhos em que se encontram envolvidas serão semelhantes às requeridas para a SCR.

Planos de segurança e saúde

As operações de limpeza, manutenção e reparação de fornos devem ser feitas de acordo com um plano que inclua as medidas de prevenção e proteção a tomar durante a sua execução[3]. Atendendo à especificidade destas tarefas não está no âmbito deste guia a definição das ações a tomar em cada situação, referindo-se algumas medidas que poderão ser tomadas em função do risco de cada operação que se pretenda executar.

- Confinamento da área de trabalho: criação de zonas de trabalho confinadas, isoladas das zonas adjacentes e dotadas de aspiração (pressão negativa) para evitar a dispersão de poeiras;
- Humidificação dos materiais refratários: aplicação de agentes molhantes e/ou encapsulantes nos materiais fibrosos antes de os remover;
- Métodos de trabalho adequados: atuar na remoção e instalação com recurso a técnicas que evitem a emissão de poeiras quando do corte, demolição, transporte de materiais, não utilizar ar comprimido nem ferramentas pneumáticas;
- Aspiração localizada: utilizar aspiração localizada para evitar a dispersão de poeiras;
- Ventilação: realizar trabalhos no interior do forno com a exaustão ligada, (existindo sistema de abatimento);
- Embalamento dos materiais removidos: embalar de forma adequada os materiais removidos imediatamente após a sua retirada;
- Limpeza após a conclusão dos trabalhos: limpar cuidadosamente a área de trabalho, com utilização de aspirador dotado de filtro HEPA;
- Utilização de equipamentos de proteção individual: proteção respiratória, proteção dos olhos e fato de trabalho completo (fato de macaco);
- Medidas de higiene individual: proibição de comer, beber e fumar nos locais de trabalho, cabina de descontaminação e/ou vestiários separados;

4.2.11. Trabalhos de reparação, conservação e manutenção

A exposição à SCR durante a realização de trabalho de reparação, conservação e manutenção varia bastante, em função do tipo de trabalho realizado, do sector fabril onde é feito e do equipamento ou instalação em que o operador intervém.

[3] - Para a execução das tarefas mais simples, como a mudança de rolos ou de painéis de fibra, bastará a existência de procedimentos de trabalho.

As situações de maior risco compreendem as intervenções em equipamentos que processam matérias-primas, pasta ou pó, tais como peneiros, misturadores, prensas ou o próprio sistema de despoeiramento. Os materiais acumulados no equipamento ou instalação são fontes de poeiras que podem originar exposições de curta duração mas de elevada intensidade.

Como regra geral, os operadores da manutenção devem usar o equipamento de proteção recomendado para os operadores do sector onde intervêm, em particular no que respeita à proteção respiratória (ver 4.6. Equipamentos de proteção individual).

Deve ser feita a limpeza prévia da parte do equipamento onde se fará a intervenção através de aspiração ou lavagem (ver 4.1.1. Limpeza das instalações). Não deve ser utilizado ar comprimido para remover as poeiras.

Sempre que possível, deve ser aproveitada a aspiração localizada existente no local de intervenção para captar as poeiras originadas pela intervenção.

Os trabalhadores que executam as funções de reparação, conservação e manutenção devem ser, especialmente, sensibilizados para os riscos a que se encontram expostos e possuir formação adequada (deve ser dada particular atenção aos trabalhadores externos). Para as tarefas de risco mais elevado devem ser elaborados e implementados procedimentos de segurança os quais serão supervisionados pelos responsáveis da empresa.

4.2.12. Escolha, embalagem e armazém de produto acabado

No geral, não existem fontes de poeiras contendo SCR significativas nas secções terminais dos processos produtivos dos diferentes subsectores cerâmicos. No entanto, devido quer à proximidade com áreas produtivas empoeiradas, quer à contaminação de materiais utilizados nestes sectores, é possível ainda alguma exposição à SCR por parte dos trabalhadores que neles operam.

A principal medida a considerar é a separação física das secções, limitando a migração de poeiras através dos pavilhões fabris. Por outro lado, todas as melhorias que sejam implementadas nas secções de maior empoeiramento terão reflexos nas secções sem fontes de poeiras significativas.

A limpeza dos locais e equipamentos de trabalho é fundamental para reduzir a exposição dos trabalhadores

4.2.13. Espaços exteriores

Contaminação por circulação de veículos de matérias-primas

4.3. Formação e informação

A formação dos trabalhadores sobre a exposição à SCR é um aspeto importante na prevenção dos riscos associados a essa mesma exposição.

No entanto, é importante ter em conta que a formação deve ser integrada com o processo de gestão do risco: a formação só é eficaz se o ambiente organizacional for favorável às práticas de Prevenção. Por outras palavras, as condições existentes nos locais de trabalho têm de ser compatíveis com aquilo que é transmitido na formação (e vice-versa) e tem de haver um acompanhamento no posto de trabalho de forma a regular os comportamentos (ver 4.4. Supervisão e gestão).

A formação e informação em SST são obrigações legais dos empregadores[4], devendo ser asseguradas a todos os níveis da sua estrutura organizacional, incluindo os trabalhadores e técnicos que se ocupem de atividades de SST.

Deve ser dada particular atenção aos novos trabalhadores aos quais deve ser assegurada formação e informação adequada quando iniciam as suas funções. Os trabalhadores que irão executar tarefas com maior risco de exposição devem receber formação específica adequada às situações que venham a encontrar.

A formação e a informação, em conjunto com outras iniciativas são fundamentais para motivar os trabalhadores a alterarem hábitos e passarem a ter em atenção a limpeza do posto de trabalho como uma prioridade no desempenho das suas funções. Deve-se ter como um dos objetivos da formação a consciencialização de que "é preferível não sujar que limpar" e de que a manutenção das condições de segurança e higiene nos locais de trabalho é um direito e, ao mesmo tempo, um dever de todos dentro da empresa, trabalhadores, chefias, quadros superiores e empregadores.

4.3.1. Organização da formação

O empregador assegura que cada um dos trabalhadores expostos receba uma formação suficiente e adequada incluindo no seu conteúdo as situações de risco de exposição, as medidas a tomar para controlar o risco e as potenciais consequências para a saúde decorrentes da exposição à SCR. Deverá ser tido em conta o nível de literacia dos trabalhadores.

A formação deve decorrer segundo as técnicas de comunicação atuais, focada na eficácia e privilegiando a interação e troca de opiniões entre os participantes.

Utilizar diversas estratégias de formação, intercalando a formação (Health and Safety Executive, 2008) clássica em sala com sessões práticas tais como os diálogos de segurança, conhecidos como "*toolbox talks*". Consistem em reuniões curtas (5 a 15 min) realizadas no início do turno de trabalho em que se apresentam e discutem questões de segurança e saúde específicas. No Anexo 1 são apresentados guiões exemplificativos de *toolbox talks* para aplicação nas empresas.

[4] - Referências gerais nos Artigos 19º e 20º da Lei n.º 102/2009 de 10 de Setembro e noutra legislação específica

A formação deverá ser adequada a todos os trabalhadores expostos e incluir exemplos reais, característicos das atividades exercidas por esses trabalhadores.

Os conhecimentos dos trabalhadores devem ser avaliados no início da ação de formação e no final de cada sessão para verificar a compreensão dos conteúdos tratados.

Gerir o número de participantes, a duração das sessões e as pausas, para que a participação e o debate sejam desenvolvidos de forma eficaz.

Devem ser realizadas ações de atualização de conhecimentos, regularmente ou quando existirem alterações significativas com impacte na exposição dos trabalhadores.

4.3.2. Temas da formação

Listam-se de seguida os temas indicativos a incluir na formação:

- Deveres da entidade patronal, dos quadros, das chefias diretas e dos trabalhadores no âmbito da legislação de SST;
- Os efeitos para a saúde associados à exposição a poeiras contendo SCR;
- Os fatores que influenciam a exposição a poeiras e a sua prevenção;
- O programa de monitorização das poeiras;
- Os procedimentos de vigilância médica;
- A importância da cooperação dos trabalhadores na prevenção;
- Medidas de proteção coletiva e individual e como verificar o seu bom funcionamento;
- Quais os comportamentos a adotar no caso de detetar problemas;
- Como utilizar e armazenar os equipamentos de proteção respiratória e outros equipamentos de proteção individual e como fazer a sua manutenção e quais os procedimentos de substituição em caso de desgaste ou defeito;
- Treino e simulação prática sobre:
    - como e quando utilizar os equipamentos de proteção respiratória e outros equipamentos de proteção individual disponibilizados ao trabalhador;
    - as boas práticas e comportamentos corretos a adotar nos locais de trabalho e os procedimentos de operação seguros.

4.3.3. Informação

De forma a complementar os temas abordados na formação e/ou para a sua atualização deve ser prestada informação aos trabalhadores. Sem prejuízo da formação referida anteriormente, nenhum trabalhador deve iniciar uma atividade com exposição a SCR, sem receber a informação adequada, a qual deverá incluir os seguintes conteúdos:

- Os riscos para a segurança e saúde decorrentes da exposição à SCR
- As medidas de proteção e de prevenção e a forma como se aplicam;
- Quais os comportamentos a adotar no caso de detetar problemas.

Sempre que se justifique, os trabalhadores devem ser informados do seguinte:

- Resultados das monitorizações da exposição à SCR;
- Resultados da vigilância da saúde (examos médicos e exames complementares de diagnóstico;
- Resultados da avaliação de risco, conteúdos das fichas de dados de segurança de materiais e outras informações relevantes.

A informação mencionada anteriormente deve, também ser comunicada aos representantes dos trabalhadores em matéria de SST, se existirem.

4.4. Supervisão e gestão

O empregador deve assegurar que os quadros e chefias da sua empresa contribuem para a redução da exposição à sílica. A existência de um sistema de gestão de segurança e saúde do trabalho, de acordo com um referencial normativo[5] pode contribuir para promover a responsabilização de todos os intervenientes no processo preventivo. Mesmo na ausência de um destes sistemas, a legislação europeia de SST prevê que cada empresa tenha o seu sistema de prevenção de riscos[6]. De entre as obrigações dos trabalhadores destaca-se a seguinte:

> "Zelar pela sua segurança e pela sua saúde, bem como pela segurança e pela saúde das outras pessoas que possam ser afetadas pelas suas ações ou omissões no trabalho, sobretudo quando

---

[5] - Pode-se referir a norma portuguesa NP 4397:2008 Sistema de Gestão de Segurança e Saúde do Trabalho. Especificações, adaptada da norma OHSAS 18001:2007 (publicada pela British Standards com a referência BS OHSAS 18001:2007) e o documento Linhas de Orientação ILO-OSH de 2001.

[6] - Diretiva 89/391/CEE, do Conselho, de 12 de Junho, transposta para o direito nacional pela Lei n.º 102/2009, de 10 de Setembro

exerça funções de chefia ou coordenação, em relação aos serviços sob o seu enquadramento hierárquico e técnico;"

Assim, do ponto de vista legal, os quadros e chefias têm uma obrigação acrescida de cuidarem da segurança e saúde dos trabalhadores sob a sua responsabilidade, assegurando que estão reunidas as necessárias condições para a execução do trabalho e que os trabalhadores executam o trabalho seguindo os procedimentos adequados à sua realização de acordo com as medidas de segurança implementadas.

No sentido de exercerem as suas funções de acordo com as responsabilidades referidas, torna-se necessário que os responsáveis de todos os níveis da hierarquia da empresa tenham conhecimento das questões relacionadas com a SST, no geral e a SCR, em particular, nomeadamente:

- Conhecimento dos perigos para a saúde resultantes da exposição a poeiras de sílica;
- Compreensão dos processos que podem causar os problemas;
- Compreensão das medidas de controlo e da sua aplicação;
- Conhecimento e compreensão das boas práticas e da sua aplicação na empresa, incluindo as apresentadas neste manual.

4.4.1. Formação e informação de quadros e chefias

As entidades empregadoras devem assegurar-se que os seus quadros e chefias estão preparados para atuar nas suas áreas de responsabilidade no que se refere à tomada de medidas de prevenção e proteção da exposição à SCR, nomeadamente as constantes deste documento e noutros recursos informativos. A formação deve permitir, nomeadamente:

- Serem uma parte ativa e eficaz de um sistema destinado a verificar se as medidas de controlo estão implementadas e são seguidas;
- Verificarem que os procedimentos de limpeza e manutenção são cumpridos;
- Assegurar que o programa de vigilância médica é cumprido;
- Assegurar que os trabalhadores dispõem de todos os meios necessários para seguirem as medidas recomendadas para as tarefas que executam.

A formação dos quadros e chefias deve incluir especificamente o conhecimento e compreensão dos conteúdos deste documento e/ou de outros relevantes para a redução da exposição à SCR.

A formação deve, igualmente, incluir o desenvolvimento da capacidade de comunicação pessoal dos responsáveis da empresa.

A formação deve realçar a importância de que os quadros e chefias sejam bons exemplos no que concerne ao cumprimento dos procedimentos de segurança no trabalho.

Complementarmente, as entidades empregadoras devem fornecer a informação suficiente para que os seus quadros e chefias possam cumprir com os requisitos mencionados.

4.5. Higiene individual

Os trabalhadores expostos a SCR devem ter cuidados especiais de higiene pessoal, em especial a utilização de roupa de trabalho e a limpeza corporal após o trabalho, em particular, das mãos e outras partes do corpo expostas ao ar.

O empregador deve disponibilizar locais de armazenagem separados para as roupas limpas, roupas de trabalho e equipamentos de proteção individual dos trabalhadores.

Os vestiários devem ser espaçosos, bem ventilados e encontrarem-se bem organizados. Devem cumprir com as disposições regulamentares aplicáveis, possuindo chuveiros, lavatórios e cacifos individuais para cada trabalhador.

Os cacifos devem ter dois compartimentos separados, um para a roupa de trabalho, outro para a roupa limpa.

De preferência, o vestiário deverá incluir espaços independentes para o vestuário de trabalho ou de proteção e para o de uso pessoal, separados pelas cabinas de banho.

Deve ser considerada a possibilidade de disponibilizar uma área separada, bem ventilada e aquecida para que o vestuário de trabalho húmido possa ser pendurado a secar. No entanto, deve-se ter em consideração que a secagem de roupas húmidas pode originar a libertação de poeiras para o ar. Quando os fatos de trabalho estiverem sujos devem ser substituídos por fatos limpos.

Devem existir áreas separadas para repouso dos trabalhadores (refeitório, bar, etc.), onde possam comer e beber fora do seu local de trabalho.

Distribuir aos trabalhadores fatos de trabalho limpos, incluindo conjuntos para substituição. O tecido não deve reter poeiras, sendo esta característica obrigatória quando são manuseados materiais contendo elevadas quantidades de SCR (por exemplo, farinha de sílica). Os trabalhadores não devem levar as suas roupas de trabalho usadas para casa, devendo a sua limpeza ser assegurada pela entidade patronal.

Os trabalhadores devem despir o fato-de-macaco (vestuário de trabalho exterior) antes de entrarem no refeitório.

Não utilizar ar comprimido para limpeza dos fatos-de-macaco.

Os fatos-de-macaco podem ser limpos por aspiração ou em cabinas de duche de ar.

Não comer, beber ou fumar no local de trabalho.

4.6. Equipamentos de proteção individual

O empregador deve fornecer aos trabalhadores os equipamentos de proteção individual (EPI) necessários para a execução das tarefas, tendo em atenção os riscos para a sua saúde e segurança.

Os EPI devem cumprir com os requisitos legais e normativos aplicáveis à sua conceção e fabrico, possuindo a marcação CE e outras marcações previstas. As informações para o utilizador constam do folheto fornecido com o EPI, contendo as instruções para a utilização correta.

Os equipamentos de proteção das vias respiratórias são utilizados durante períodos de tempo limitados e como última medida para reduzir a exposição, como no caso de alguns trabalhos de manutenção, situações de emergência ou ainda quando é necessária permanecer durante um período de curta duração em locais com concentração elevada de poeiras. Nestas situações é necessário fornecer um equipamento de proteção respiratória com um fator de proteção adequado às condições de operação. Nas tarefas em que a concentração de poeiras é elevada pode, igualmente, ser necessário fornecer um fato completo de proteção contra poeiras que será removido, após terminar a situação de risco.

A escolha dos EPI é feita em função das condições de risco existentes nos postos de trabalho e tendo em consideração o conforto e segurança dos trabalhadores, as características individuais de cada trabalhador e a duração da ação protetora do equipamento.

Quando for necessária a utilização de mais do que um EPI é necessário verificar a compatibilidade entre eles.

Os EPI devem ser utilizados, mantidos e armazenados de acordo com as indicações do fabricante.

4.6.1. Utilização, manutenção e inspeção dos EPI

Deve assegurar-se que os EPI e respetivos acessórios, quando reutilizáveis, são mantidos em condições ótimas de funcionamento, segundo as informações transmitidas pelo fabricante ou fornecedor e tendo em conta o tipo de tarefa executado e o risco de exposição.

O vestuário de proteção externo, diretamente em contato com o ambiente de trabalho, fornecido aos trabalhadores da manutenção é fornecido e gerido pela entidade patronal.

Os EPI devem ser objeto de uma inspeção visual antes de serem utilizados para verificar a existência de danos.

Verificar a eficiência dos equipamentos de proteção das vias respiratórias antes da sua utilização. Solicitar ao fabricante ou fornecedor a informação sobre os métodos a utilizar para verificar o ajuste.

Garantir que existem em armazém equipamentos em número suficiente para fornecer aos trabalhadores.

Os EPI reutilizáveis devem ser mantidos limpos, de acordo com as indicações do fabricante. Devem ser previstos locais limpos para serem guardados os EPI.

Quando for necessário limpar fatos de trabalho e EPI deve ser utilizada aspiração.

Nunca deve ser utilizado ar comprimido para a limpeza do calçado e vestuário de trabalho.

4.6.2. Aparelhos de proteção respiratória

Os aparelhos de proteção respiratória (APR) assumem particular importância na proteção dos trabalhadores expostos à SCR. Estão disponíveis vários tipos de APR que podem dar resposta a diferentes tipos de situações de trabalho com distintos graus de exposição.

No quadro seguinte apresentam-se os tipos de equipamento de utilização comum ou com potencial de aplicação na indústria cerâmica para proteção contra poeiras.

Descrição	Norma de referência	Observações	Exemplo
Semi-máscara filtrante	EN 149	Colocar a máscara na posição correta. Ajustar o clip nasal para obter uma boa selagem. Substituir a máscara após cada utilização.	
Semi-máscara e quarto de máscara com filtro	EN 140	Mudar ambos os filtros em conjunto (máscaras com 2 filtros). Limpar e armazenar a máscara corretamente, tendo atenção especial às válvulas e arnês.	
Semi-máscara filtrante sem válvulas de inspiração	EN 1827	Limpar e armazenar a máscara corretamente, tendo atenção especial às válvulas e arnês. Mudar ambos os filtros em conjunto (máscaras com 2 filtros). Mudar os filtros, no mínimo, diariamente. Mudar a máscara, no mínimo, semanalmente	

Máscara completa	EN 136	Mudar ambos os filtros em conjunto (máscaras com 2 filtros). Limpar e armazenar a máscara corretamente, tendo atenção especial às válvulas e arnês.	
Aparelho filtrante motorizado incorporando um capuz ou um capacete	EN 12941	Assegurar que o caudal de ar fornecido pelo ventilador é suficiente. Carregar ou mudar a bateria após utilização.	
Aparelho filtrante com ventilação assistida incorporando máscara completa, semi-máscara ou quarto de máscara	EN 12942	Assegurar que o caudal de ar fornecido pelo ventilador é suficiente. Carregar ou mudar a bateria após utilização.	
Aparelhos de proteção respiratória isolante	EN 14593-1; EN 14593-2; EN 14594; EN 138; EN 269; EN 137; EN 145; EN 402		

Os aparelhos de proteção respiratória isolante não são de utilização comum no sector cerâmico mas a sua utilização pode ser necessária em situações de risco agravado, nomeadamente, em tarefas de manutenção e com possibilidade de exposição conjunta a diferentes contaminantes ou em atmosferas com défice em oxigénio. Os equipamentos com ventilação assistida (segundo as normas EN 12941 e EN 12942) podem fornecer proteção suficiente para as situações de exposição massiva a poeiras de SCR.

Semi-máscaras filtrantes

Os equipamentos de utilização mais frequente são as semi-máscaras filtrantes que cumprem com a norma EN 149. A sua capacidade de filtragem é indicada, de forma crescente por FFP1, FFP2 e FFP3.

Seleção, utilização e manutenção de APR

Como orientação para a seleção de APR, utilização e manutenção podem ser seguidas as recomendações contantes da norma NP EN 529 – Aparelhos de proteção respiratória. Recomendações para seleção, utilização, precauções e manutenção. Documento guia.

Um aspeto determinante na seleção do equipamento é o fator de proteção mínimo requerido o qual permite decidir da adequação do equipamento à situação de exposição em causa. A proteção mínima requerida é calculada pela fórmula (Instituto Português da Qualidade - IPQ, 2008)

$$Proteção\ mínima\ requerida = \frac{Concentração\ do\ contamiante\ no\ exterior\ da\ peça\ facial}{Concentração\ permitida\ no\ interior\ da\ peça\ facial}$$

A concentração do contaminante no exterior da peça facial deverá corresponder à situação mais desfavorável normalmente, obtida através da medição da concentração da sílica no ar, com a amostra colhida na zona de respiração. A concentração permitida no interior da peça facial é, normalmente, o valor limite de exposição.

Na Tabela 4 são apresentados os valores de fatores de proteção nominais e os fatores de proteção recomendados em alguns países europeus para diferentes aparelhos de proteção respiratória.

Tabela 4 - Fatores de proteção nominal e fatores de proteção utilizados em diferentes países para os equipamentos de utilização mais comum (Instituto Português da Qualidade - IPQ, 2008)

Norma	Descrição	Classe	FPN	Fatores de proteção utilizados nalguns países				
				FIN	D	I	S	UK
EN 149	Semi-máscara filtrante	FFP1	4	4	4	4	4	4
		FFP2	12	10	10	12	10	10
		FFP3	50	20	20	30	20	20
EN 405	Semi-máscara filtrante com válvula	FF Gas X P1	4		4	-		4
		FF Gas X	50		30	-		10
		FF Gas X P2	12		10	-		10
		FF Gas X P3	33		30	-		10
EN 140 (Máscara) Filtros EN 143 EN 14387 EN 12083	Semi-máscara e quarto de máscara com filtro	P1	4	4	4	4	4	4
		P2	12	10	10	10	10	10
		P3	48		30	30		20
		Gás X	50	20	30	30	20	10
		Gás X P1	4					
		Gás X P2	12					
		Gás X P3	48		30	-		10
EN 1827	Semi-máscara filtrante sem	FM P1	4		4			4
		FM P2	12		10			10

	válvulas de inspiração	FM P3 FM Gás X FM Gas X P1 FM Gas X P2 FM Gas X P3	48 50 4 12 48		30 30			20 10
EN 136 (Máscara) Filtros EN 143 EN 14387 EN 12083	Máscara completa (todas as classes)	P1 P2 P3 Gás X Gás X P1 Gás X P2 Gás X P3	5 16 1000 2000 5 16 1000	4 15 500 500	4 15 400 400 400	4 15 400 400 -	4 15 500 500	4 10 40 20 20
EN 12941	Aparelho filtrante monitorizado incorporando um capuz ou um capacete	TH1 TH2 TH3	10 50 500	5 20 200	5 20 100	5 20 200	5 20 200	10 20 40
EN 12942	Aparelho filtrante com ventilação assistida incorporando máscara completa, semi-máscara ou quarto de máscara	TM1 TM2 TM3	20 200 2000	10 100 1000	10 100 500	10 100 400	10 100 1000	10 20 40

Para a correta seleção do APR é calculada a proteção mínima requerida, tendo em consideração a concentração de SCR a que o trabalhador está exposto e o valor limite de exposição estabelecido. O APR a utilizar pelos trabalhadores em causa deverá ter um fator de proteção superior ao valor obtido.

O National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH), dos Estados Unidos da América, considera que as semi-máscaras com filtros N95 ou mais são eficazes para exposições à sílica cristalina respirável até concentrações de 0,5 mg/m^3.

4.6.3. Outros equipamentos de proteção individual

Para além dos respiradores, outros EPI podem assumir importância na redução da exposição às poeiras, nomeadamente à exposição secundária, fruto da acumulação das poeiras no vestuário, pele ou cabelos.

Em particular, quando o trabalhador executa tarefas em locais com concentrações de SCR elevadas (ex., limpeza e manutenção de equipamentos e instalações, carga manual de moinhos, descarga de sistemas de despoeiramento) a utilização de fato de trabalho completo, luvas e calçado de proteção adequados é importante.

As luvas e calçado devem ser de fácil limpeza, de preferência laváveis.

Sobre o vestuário pode utilizar-se um fato completo de proteção contra poeiras, lavável ou descartável. Em alguns tipos de tarefa também poderá ser conveniente a utilização de aventais laváveis.

4.7. Cerâmica de acabamentos – Pavimentos e revestimentos cerâmicos

4.7.1. Preparação de pasta (a húmido e a seco) e mistura

Moagem de matérias-primas (húmido)

A moagem de matérias-primas a húmido permite reduzir a formação de poeiras de forma significativa.

A instalação deve possuir acessos e espaço suficiente para permitir a limpeza e manutenção.

Separar, tanto quanto possível as instalações de moagem e instalá-las em edifícios em cujo pavimento seja prevista inclinação e canalizações para a recolha e a reutilização dos efluentes líquidos resultantes do processo e das lavagens. É recomendada uma inclinação entre 1,5º a 2,0º.

As instalações de moagem devem ter um sistema de aspiração localizada e de confinamento do pó, de forma que a alimentação de matérias-primas, a descarga do material e o movimento dos órgãos móveis dos moinhos, turbodiluidores, agitadores ou outros equipamentos do processo ocorram sem a dispersão de poeiras. No geral, todos os pontos críticos no que respeita à libertação de poeiras devem estar dotados de captadores ligados à aspiração.

Manter a tubagem de aspiração o mais curta e simples possível, evitando troços longos de tubo flexível.

A evaporação da água proveniente da barbotina dos tanques de stocagem ou de agitação contém partículas de pó muito finas. Adotar medidas para conter a evaporação (ex. cobertura das aberturas dos tanques).

Predispor as ligações entre os dispositivos de alimentação do moinho com uma inclinação tal que evite o depósito do material.

Minimizar o desgaste interno das condutas utilizando tubos de diâmetro adequado, resistentes à abrasão e evitando curvas com ângulos apertados.

As cabinas dos operadores, destinadas à gestão e controlo, devem ser fisicamente separadas das áreas pulverulentas e alimentadas com ar fresco e limpo, fornecido sob pressão positiva. Em alternativa as cabinas devem ser dotadas de um equipamento de ar condicionado com filtro projetado para suportar uma carga elevada de poeira respirável.

Tomar medidas para reduzir o tempo de permanência dos operadores nos locais empoeirados e ruidosos, se possível, através da automatização, da instalação de sistemas de vídeo ou outras soluções que permitam ao operador controlar o processo permanecendo na cabina de controlo

Moagem a seco

A instalação deve ter acessos e espaço suficiente para permitir a sua limpeza e manutenção.

Para os equipamentos e atividades relevantes no que respeita à emissão de poeiras, deve ser previsto o despoeiramento adequado.

Sempre que possível, instalar uma cobertura na carga e descarga dos silos, em particular, nos pontos de queda sobre os tapetes transportadores.

Privilegiar os meios de transporte fechados (por exemplo, transportador de parafuso sem-fim) para o transporte de materiais em pó.

Assegurar que os captadores da aspiração, os dispositivos de confinamento e as respetivas tubagens de ligação têm inclinações e dimensões adequadas para evitar o depósito ou o derrame de materiais.

As cabinas dos operadores, destinadas à gestão e controlo, devem ser fisicamente separadas das áreas pulverulentas e alimentadas com ar fresco e limpo, fornecido sob pressão positiva. Em alternativa as cabinas devem ser dotadas de um equipamento de ar condicionado com filtro projetado para suportar uma carga elevada de poeira respirável.

Tomar medidas para reduzir o tempo de permanência dos operadores nos locais empoeirados e ruidosos.

4.7.2. Atomização e mistura de pós

Atomização

Utilizar sistemas de transporte para o ar atomizado ou contentores para o pó.

O atomizador funciona em depressão, pelo que o ar do processo sai todo pela chaminé, passando pelo sistema de depuração. A saída da chaminé deve ficar longe de portas, janelas e outras aberturas ou entradas de ar para locais de trabalho.

O atomizador deve possuir acessos seguros para limpeza e manutenção. Se possível, a lavagem deve ser feita com recurso a pulverizadores automáticos.

Proteger a queda do pó atomizado com blindagens adequadas.

É aconselhável a utilização de equipamento de arrefecimento do pó atomizado na saída do atomizador, existindo várias soluções técnicas para esta situação.

É aconselhável dispersar em água as poeiras finas provenientes da descarga do separador primário (ciclone) e reinseri-las dessa forma no processo produtivo.

Onde necessário, devem existir valas, protegidas por grelhas, para a recolha da água das lavagens.

Mistura de pós (prévia à prensagem)

A instalação deve ter acessos e espaço suficiente para permitir a sua limpeza e manutenção.

As operações em que exista a possibilidade de emissão de poeiras para o ar ambiente devem ser feitas em condições de confinamento e sob aspiração localizada.

Os tapetes transportadores dos materiais a misturar e os equipamentos de dosagem devem ser, o mais possível confinados e sujeitos a aspiração.

Projetar o confinamento em elementos separáveis, de forma a facilitar o acesso durante as fases de limpeza e manutenção.

Para o transporte de pós finos que contenham SCR são aconselháveis sistemas pneumáticos ou de parafuso sem-fim fechado. Se o processo tecnológico não o permitir, podem-se utilizar tapetes transportadores, com coberturas fechadas e ligados entre si com tremonhas dotadas de sistemas de aspiração de poeiras. A eficácia da proteção deve ser proporcional ao grau de finura do material, à percentagem de sílica e à ação dispersora do transporte ou do equipamento de trabalho.

Os elevadores são adequados para o transporte vertical desde que sejam completamente fechados e estejam ligados ao sistema de aspiração de poeiras.

Reduzir o mais possível a distância de transporte. É comum centralizar as operações de tratamento de pó na parte de trás da prensa. Normalmente, a estrutura é aberta lateralmente mas o encerramento do plano de trabalho até uma altura conveniente pode contribuir para reduzir a propagação das poeiras às áreas limítrofes. Este procedimento é adequado quando no referido plano não existem postos de trabalho.

As tubagens do sistema de aspiração devem ser projetadas para reduzir ao mínimo as perdas de fluxo, para reduzir ao mínimo os pontos onde se pode acumular material e para facilitar a eliminação de obstruções.

4.7.3. Prensagem e secagem

A secção de prensagem é das que apresenta maior risco de empoeiramento para os trabalhadores. Assim, devem ser tomadas todas as medidas necessárias para evitar a dispersão de poeiras e proteger os operadores que nela laboram e, consequentemente, também reduzir a exposição a poeiras nas secções mais próximas.

Para além das medidas específicas referidas nesta secção, devem ser tidas em conta as disposições referidas noutras secções deste manual, nomeadamente:

- Inspeção, verificação e manutenção do equipamento;
- Limpeza dos locais e equipamentos de trabalho;

- Utilização de equipamentos de proteção individual (EPI);
- Medidas de higiene individual;
- Formação e informação dos operadores.

Prensagem

O sistema de transporte de pó e o sistema de prensagem devem ser confinados ao máximo. Os painéis de confinamento devem ser projetados em secções para permitirem um acesso fácil durante as operações de limpeza e manutenção.

O sistema de aspiração localizada deve abranger toda a zona de prensagem, desde a carga do pó até ao recolhedor de peças prensadas. Deve ter um caudal e velocidade do ar adequados a cada ponto de formação da poeira.

O dispositivo de aspiração próximo da saída da prensa de ser dimensionado (através do caudal de ar e do desenho do captador) em função da dispersão de poeiras. Quando a limpeza da "mesa" é feita com ar comprimido, o referido dimensionamento deve ser ajustado, aumentando a capacidade de aspiração.

Prevenir a queda de material do recolhedor de peças prensadas, através de soluções adequadas ao equipamento instalado, por exemplo, colocando um painel sob a roleira que impeça a queda de pó no solo e permita a sua recolha e limpeza por aspiração.

Dentro do possível, evitar a ocorrência de correntes de ar que possam interferir com o funcionamento da ventilação e aspiração. Ter particular atenção a portões, corredores e outras aberturas que possam originar essas correntes de ar.

Ventilar o ambiente de trabalho, extraindo o ar interior e fornecendo ar limpo. O funcionamento correto das instalações e a ventilação natural adequada permitem a renovação do ar suficiente.

Manter a tubagem de aspiração o mais curta e simples possível, evitando troços longos de tubo flexível.

Nas novas instalações prever a existência de um consenso de arranque do sistema de prensagem dependente do funcionamento do sistema de aspiração.

Os operadores da secção de prensas devem utilizar aparelhos de proteção respiratória (APR) e outros equipamentos de proteção individual sempre que executem tarefas em que a exposição a SCR possa representar um risco acrescido para a sua saúde.

Secagem

Devem existir sistemas de captação de poeiras no equipamento de transporte das peças da prensa para o secador para evitar a emissão de poeiras.

Na saída dos secadores contínuos é poderá ser útil aplicar um captador de poeiras para evitar a emissão de ar potencialmente contaminado com partículas.

Quando se alimenta ou descarrega o secador, devem ser evitada a abrasão das peças cruas pelos elementos de movimentação.

O ar extraído do secador deve ser emitido para o exterior, longe de entradas de ar para o interior de locais de trabalho e nunca deve ser recirculado no ambiente de trabalho.

4.7.4. Vidragem

Se possível, conter completamente a área de aplicação de vidrado dentro de cabinas com aspiração.

Construir cabinas para aplicação de vidrados líquidos e em pó, suficientemente amplas para conter os equipamentos, materiais, o leque de dispersão do vidrado e de forma a permitirem ao vidrado pulverizado desacelerar o suficiente antes de atingir as aberturas de entrada e saída. Para este objetivo podem também ser utilizadas soluções destinadas a reduzir o retrocesso do vidrado nas peças (por exemplo, utilizando pulverizadores de baixa pressão) ou sobre o fundo da cabina (por exemplo, colocando redes).

O fluxo de ar nas aberturas de entrada e saída de peças deve ser adequado a prevenir a saída de aerossóis. A eficácia do confinamento proporcionado pela cabina e pela aspiração depende de outros fatores tais como a pressão de ar do aerógrafo, a velocidade de rotação dos discos, a proximidade de peças na linha e a velocidade de movimentação das peças sob a aplicação, a largura das peças, etc. Os parâmetros podem variar de um tipo de ladrilho para outro, como tal devem ser considerados durante a conceção das aplicações e registados na fase de desenvolvimento.

Reduzir o mais possível a secção de entrada e saída das cabinas, deixando, no entanto, o espaço suficiente para que os trabalhos sejam feitos em segurança.

Recolher as gotas de vidrado que escorrem das correias ou do seu contacto com polies ou esponjas de limpeza, para evitar a dispersão de vidrado sobre a estrutura da linha ou pavimentos. Se necessário utilizar coberturas de proteção para evitar a acumulação de vidrados sobre os motores elétricos.

É aconselhável não misturar o ar de captação de poeiras com o ar proveniente de cabinas de aplicação de materiais orgânicos (por exemplo, fixativo), sendo preferível tratá-los separadamente. Assim, poder-se-á reduzir a deposição de pó no interior das tubagens.

Dentro do possível, evitar a ocorrência de correntes de ar que possam interferir com o funcionamento da ventilação e aspiração. Ter particular atenção a portões, corredores e outras aberturas que possam originar essas correntes de ar.

Ventilar o ambiente de trabalho, extraindo o ar interior e fornecendo ar limpo. O funcionamento correto das instalações e a ventilação natural adequada permitem a renovação do ar suficiente.

Colocar nas linhas dispositivos para a recolha de caco cru, para evitar a dispersão de poeiras.

Não é permitida a recirculação de ar aspirado no ambiente de trabalho.

4.7.5. Cozedura

As principais fontes de poeiras que se encontram na secção de cozedura relacionam-se com a movimentação de peças secas e o pó acumulado sobre essas peças. Nas operações de limpeza e manutenção do forno podem ser originadas exposições elevadas.

Deve ser instalado um sistema de despoeiramento na entrada e na saída do forno se são utilizados dispositivos de limpeza por sopragem.

O funcionamento dos sistemas de aspiração deve ser facilmente controlável.

Quando se alimenta o forno evitar fricções inúteis dos produtos a cozer sobre os equipamentos de transporte.

Dentro do possível, evitar a ocorrência de correntes de ar que possam interferir com o funcionamento da ventilação e aspiração. Ter particular atenção a portões, corredores e outras aberturas que possam originar essas correntes de ar.

Ventilar o ambiente de trabalho, assegurando a renovação do ar suficiente.

O ar de processo proveniente da zona de pré-aquecimento, da cozedura ou das zonas de arrefecimento, nos quais existem aerossóis ou gases perigosos não podem ser utilizados para aquecimento do ambiente de trabalho. Nestes casos devem ser utilizados permutadores de calor.

Deve ser tida particular atenção quando da realização de operações de limpeza e manutenção do forno. A empresa deve ter em seu poder o Manual de Instruções do forno, indicando as principais características e localização de materiais perigosos, bem como as informações para a realização segura das operações de limpeza e manutenção do equipamento.

Em particular, a limpeza periódica do interior do forno deve ser feita com recurso a aspiração e tomando as medidas de controlo do risco adequadas, referidas no ponto 4.2.10. Limpeza, manutenção e reparação de fornos

4.7.6. Corte e desbaste de ladrilhos em cru

A instalação para corte e/ou desbaste de ladrilhos verdes ou secos deve ser projetada de forma a ter espaço suficiente para permitir a sua limpeza e manutenção.

Isolar o mais possível as instalações de corte e desbaste.

Instalar um sistema de captação e aspiração que confine o dispositivo de corte ou desbaste, evitando a projeção de poeiras para fora das estações de processamento. O sistema de captação deve estar ligado a um equipamento de aspiração localizada que permita uma velocidade de captação de 1 ms^{-1} no ponto em que a velocidade de projeção do pó devido ao corte seja desprezável.

No caso da prensagem em contínuo, na qual as estações de alimentação e carga são seguidas da compactação, prensagem, corte e aparamento devem ser considerados sistemas de confinamento e aspiração para prevenir a queda de fragmentos e a difusão de poeiras.

Projetar o confinamento em elementos separáveis, de forma a facilitar o acesso durante as fases de limpeza e manutenção.

Dentro do possível, evitar a ocorrência de correntes de ar que possam interferir com o funcionamento da ventilação e aspiração. Ter particular atenção a portões, corredores e outras aberturas que possam originar essas correntes de ar.

4.7.7. Corte e polimento de ladrilhos cozidos

A instalação para corte, polimento e retificação de ladrilhos cozidos deve ser projetada de forma a ter espaço suficiente para permitir a sua limpeza e manutenção. Estas operações são, normalmente executadas a húmido mas podem, em alguns casos ser feitas por via seca.

As operações feitas por via húmida reduzem significativamente a formação de poeiras, controlando o aerossol produzido pelos órgãos móveis.

Instalar um sistema de captação e aspiração que confine o dispositivo de corte ou desbaste, evitando a projeção de poeiras para fora das estações de processamento. O sistema de captação deve estar ligado a um equipamento de aspiração localizada que permita uma velocidade de captação de 1 ms^{-1} no ponto em que a velocidade de projeção do pó seja desprezável.

Confinar as operações com cabinas é uma medida eficaz para a controlar a dispersão de aerossóis, de efluentes e do ruído.

Projetar o confinamento em elementos separáveis, de forma a facilitar o acesso durante as fases de limpeza e manutenção.

Adotar as medidas necessárias para que a água mantenha características de salubridade e verificar o pH.

Evitar a acumulação de sílica cristalina na água (por ex. utilizar a água para carga dos moinhos).

Isolar o mais possível as áreas de trabalho mecânico.

Dentro do possível, evitar a ocorrência de correntes de ar que possam interferir com o funcionamento da ventilação e aspiração. Ter particular atenção a portões, corredores e outras aberturas que possam originar essas correntes de ar.

4.8. Cerâmica de acabamentos – Louça sanitária

4.8.1. Preparação de pasta

A movimentação de matérias-primas em pó deverá ser feita, preferencialmente, em sistemas de transporte fechados (por exemplo, parafusos sem-fim ou elevadores de alcatruzes) ou em tapetes transportadores com cobertura. Os pontos de queda dos materiais devem possuir aspiração localizada (a zona de queda deve ser mantida em depressão)

A carga e pesagem das matérias-primas deverão ser feitas em tremonhas com aspiração localizada e fechadas do lado da carga através de bandas flexíveis.

A área de armazenagem e mistura (ou pesagem) das matérias-primas deve ser separada das restantes áreas produtivas.

As máquinas de movimentação de matérias-primas (por exemplo, pá carregadora) devem possuir cabina fechada e ser dotadas de filtros para poeiras nocivas (por exemplo, filtro HEPA) nas entradas do ar.

As matérias-primas micronizadas devem ser movimentadas em circuito fechado (por exemplo, sistemas pneumáticos), sendo armazenadas em silos fechados.

Todos os pontos onde se possam formar poeiras (por exemplo, pesagem, mistura) devem possuir captação de poeiras. A velocidade de captação deve ser suficiente para evitar que as poeiras geradas se difundam no ambiente de trabalho.

Deve ser garantida a ventilação dos locais para garantir a entrada de ar limpo, tendo em atenção os sistemas de aspiração localizada e outros equipamentos de aspiração. O ar contaminado não deve atingir os locais isentos de partículas e não deve ser recirculado nem emitido para o exterior sem a devida filtragem.

As paredes e o pavimento da secção devem ser laváveis. É recomendada a lavagem com água pelo menos uma vez ao final de cada turno.

4.8.2. Enchimento e acabamento

Enchimento

Devem-se adotar procedimentos destinados a evitar que os operadores lancem para o pavimento dos desperdícios de laboração (por exemplo, utilizando contentores de recolha transportáveis).

Deve ser dada atenção particular na conservação das condutas através das quais flui a barbotina, para minimizar os derrames acidentais de líquidos.

No caso de derrame acidental de pasta líquida sobre o pavimento, a zona deverá limitada, em particular, tratando-se de área de trabalho ou via de circulação. A pasta derramada deverá ser limpa com a máxima brevidade possível, antes de secar.

Acabamento

O acabamento é feito na secção de enchimento, sendo uma fonte importante de empoeiramento neste sector fabril. A humidade das peças em acabamento é um fator relevante, pelo que o acabamento deve ser feito com as peças tendo o maior teor de humidade possível.

Quando o material tiver de permanecer na secção durante a noite, antes do acabamento, deverá ser coberto para evitar que seque em excesso.

Os tornilhos onde é feito o acabamento deverão estar em cabina com aspiração localizada e, na parte inferior, possuir um contentor para recolha dos desperdícios.

Deverá ser utilizada aspiração para limpar as cavidades das peças (por exemplo, utilizando sistemas de aspiração por vácuo).

Na zona de permanência e movimentação do operador deve existir uma grelha para evitar que os resíduos caídos no solo sejam calcados e se tornem fonte de poeiras. As grelhas devem ser basculantes para permitir a limpeza do pavimento.

Os operadores deverão utilizar aventais de proteção, laváveis.

4.8.3. Inspeção

A inspeção deve ser feita em cabina dotada de aspiração e dimensionada adequadamente, tendo em consideração a concentração de poeiras e as suas características.

Deve ser utilizado um sistema de aspiração para retirar o pó da superfície das peças (por exemplo, utilizando sistemas de aspiração por vácuo), evitando ou reduzindo a necessidade de utilizar a sopragem por ar comprimido para limpeza das peças antes da vidragem. Além da redução de consumo de ar comprimido, também é possível reduzir a velocidade de captação da cabina, reduzindo-se o consumo energético que poderá compensar o custo da aspiração.

A velocidade mínima de captação, na frente da cabina deve ser de, pelo menos 0,7 m/s.

Não devem ser armazenados materiais no interior da cabina pois pode alterar o fluxo de ar e reduzir a eficácia da aspiração.

Dentro do possível, evitar a ocorrência de correntes de ar que possam interferir com o funcionamento da ventilação e aspiração. Ter particular atenção a portões, corredores e outras aberturas que possam originar essas correntes de ar.

Na zona de permanência e movimentação do operador deve existir uma grelha para evitar que o pó assente no solo seja calcado e se torne fonte de poeiras. As grelhas devem ser basculantes para permitir a limpeza do pavimento.

4.8.4. Vidragem

A vidragem deve ser feita em cabinas aspiradas, com cortina de água. As cabinas devem estar em zona facilmente lavável, dotadas de valas de lavagem com grelhas para evitar a acumulação de água.

A velocidade mínima de captação, na frente da cabina deve ser de, pelo menos 0,7 m/s.

Não devem ser armazenados materiais no interior da cabina pois pode alterar o fluxo de ar e reduzir a eficácia da aspiração.

Dentro do possível, evitar a ocorrência de correntes de ar que possam interferir com o funcionamento da ventilação e aspiração. Ter particular atenção a portões, corredores e outras aberturas que possam originar essas correntes de ar.

Na zona de permanência e movimentação do operador deve existir uma grelha para evitar que o pó assente no solo seja calcado e se torne fonte de poeiras. As grelhas devem ser basculantes para permitir a limpeza do pavimento.

É recomendada a lavagem do pavimento com água pelo menos uma vez ao final de cada turno.

4.8.5. Cozedura

As principais fontes de poeiras que se encontram na secção de cozedura relacionam-se com o pó acumulado sobre as peças secas. Nas operações de limpeza e manutenção do forno podem ser originadas exposições elevadas.

A limpeza das peças antes da entrada no forno deve ser feita em cabina com aspiração de forma a evitar a dispersão de partículas no ar. Se for utilizado ar comprimido para a remoção das partículas da superfície das peças, a operação deve ser feita em cabina dotada de aspiração e dimensionada adequadamente, tendo em consideração a concentração de poeiras e as suas características.

Dentro do possível, evitar a ocorrência de correntes de ar que possam interferir com o funcionamento da ventilação e aspiração. Ter particular atenção a portões, corredores e outras aberturas que possam originar essas correntes de ar.

Ventilar o ambiente de trabalho, assegurando a renovação do ar suficiente.

O ar de processo proveniente da zona de pré-aquecimento, da cozedura ou das zonas de arrefecimento, nos quais existem aerossóis ou gases perigosos não podem ser utilizados para aquecimento do ambiente de trabalho. Nestes casos devem ser utilizados permutadores de calor.

A limpeza de vagonas e mobília refratária do forno pode originar poeiras de fibras cerâmicas, alumina e outros materiais, para além de poeiras de SCR. Assim, essa limpeza deve ser feita por aspiração com equipamentos dotados de filtros de alta eficácia (Filtros HEPA) e, se necessário em cabinas com aspiração localizada.

Deve ser tida particular atenção quando da realização de operações de limpeza e manutenção do forno. A empresa deve ter em seu poder o Manual de Instruções do forno, indicando as principais características e localização de materiais perigosos, bem como as informações para a realização segura das operações de limpeza e manutenção do equipamento. Em particular, a limpeza periódica do interior do forno deve ser feita com recurso a aspiração e tomando as medidas de controlo do risco adequadas, referidas no ponto 4.2.10. Limpeza, manutenção e reparação de fornos.

4.9. Cerâmica estrutural

4.9.1. Preparação de pasta

As instalações de armazenagem de matérias-primas e preparação de pasta devem estar segregadas da restante área fabril de forma a evitar a contaminação cruzada (ver 4.2.1. Armazenagem de matérias-primas).

As medidas de prevenção e proteção devem ser reforçadas no caso da utilização de areia ou de argilas com elevado conteúdo de sílica livre cristalina na composição da pasta.

O acesso às zonas de armazenagem de matérias-primas e de preparação de pasta deve ser condicionado e apenas permitido aos operadores autorizados.

Deverá ser prevista uma cabina de proteção onde os trabalhadores possam permanecer, nomeadamente durante a execução de tarefas de controlo do processo (ver 4.1.2. Salas de controlo)

Dentro do possível deve ser utilizado equipamento de televisão em circuito fechado (CCTV) para monitorizar o processo e reduzir tanto quanto possível a permanência dos trabalhadores nas áreas de contaminação.

Poderá ser usado equipamento de pulverização de água para prevenir a formação de poeiras por ação das correntes de ar e da movimentação de veículos (ver 4.1.5. Sistemas de aspiração por vácuo

Os sistemas de aspiração por vácuo permitem uma melhor limpeza dos locais de trabalho e equipamentos quando comparados com outros meios de aspiração, devido à elevada velocidade do ar.

Do mesmo modo que os sistemas de aspiração localizada, estas instalações devem ser utilizadas e mantidas de forma a funcionarem sempre corretamente.

Figura 48 - Central de aspiração por vácuo (cortesia Keller Lufttechnik)

Estes sistemas são, normalmente constituídos pela unidade de criação de vácuo, filtro de poeiras e tubagem, sendo instaladas tomadas de aspiração junto dos locais em que a sua utilização é mais relevante. O operador terá, posteriormente de ligar um tubo flexível à tomada de aspiração para aspirar os pontos necessários.

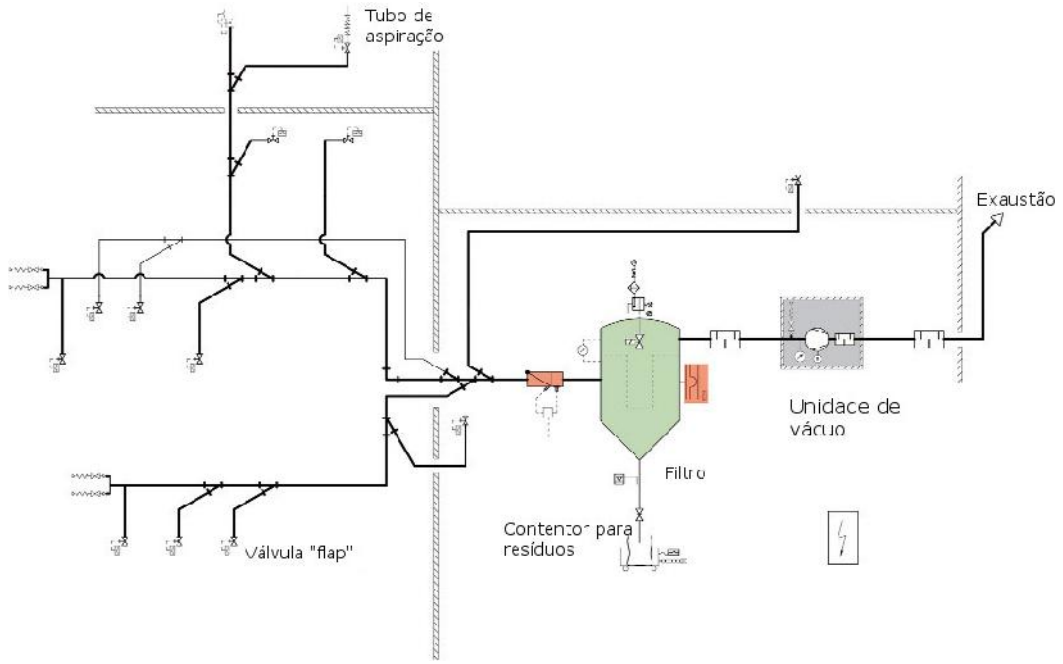


Figura 49 – Esquema de um sistema de aspiração por vácuo (cortesia Keller Lufttechnik)

4.1.6. Supressão de poeiras por aglomeração).

As matérias-primas armazenadas devem ter um teor de humidade que evite a libertação de poeiras durante as operações de movimentação e carga de doseadores

Movimentação de argilas – tapetes transportadores

A movimentação das matérias-primas é feita, sobretudo através de tapetes transportadores. Estes devem possuir sistemas de limpeza bem afinados e possuir de aspiração localizada nos pontos de queda dos tapetes (ver 4.1.7. Sistemas de movimentação e transporte).

Figura 57 – Sistema de aspiração em tapete de transporte de argila

Moinhos de galgas, laminadores

Os moinhos utilizados para a preparação das argilas são, normalmente, moinhos de galgas e/ou laminadores. Outros tipos de moinhos podem ser utilizados (em particular, na preparação a seco).

Estes equipamentos devem ser dotados de coberturas que confinem os pontos de formação de poeiras, com dispositivos de captação ligados ao sistema de aspiração.

Figura 58 – Sistema de aspiração num moinho laminador

Os fragmentos de matérias-primas ou pasta preparada que caiam no solo devem ser recolhidos com a máxima brevidade para evitar que sequem e sejam calcados, tornando-se em fontes de poeiras.

Os pavimentos devem ser mantidos limpos, recorrendo-se a aspiração ou a limpeza a húmido (ver 4.1.1. Limpeza das instalações).

Máquinas de movimentação de terras

As máquinas de movimentação de terras utilizadas para mover e transportar as matérias-primas devem possuir cabina fechada com características para operação em ambientes poeirentos (ver 4.2.1. Armazenagem de matérias-primas).

As vias e locais de circulação devem ser limpos regularmente, por aspiração ou limpeza a húmido (ver 4.1.1. Limpeza das instalações).

4.9.2. Conformação - Extrusão e Prensagem

A laboração da pasta cerâmica no estado plástico evita a formação de poeiras. As principais fontes de poeiras neste sector são os fragmentos de materiais que se acumulam no solo e sobre os equipamentos e, após secarem, originam poeiras quando sobre si é exercida uma ação mecânica.

Durante a amassadura não é previsível a libertação de poeiras, atendendo ao teor de humidade das matérias-primas. No entanto, deve ser dada especial atenção quando da realização de operações de manutenção e conservação destes equipamentos.

Os equipamentos devem ser mantidos limpos. Nunca utilizar ar comprimido para a remoção de fragmentos ou poeiras, recorrendo em alternativa à aspiração ou a limpeza a húmido (ver 4.1.1. Limpeza das instalações).

O local deve ser projetado de forma a existirem vias de acesso e espaço suficiente para fazer a limpeza e manutenção.

O sistema de transporte na alimentação de pasta à extrusora deve ser concebido de forma a evitar a queda de materiais no solo, em particular nas áreas de trabalho e circulação.

Prevenir a queda de peças e aparas no solo, através de soluções adequadas ao equipamento instalado, por exemplo, instalando um sistema de transporte que permita a reciclagem das aparas.

Os resíduos (peças aparas ou matérias-primas) que caiam no solo devem ser removidos o mais rapidamente possível, por forma a evitar que sequem. Após a recolha devem ser colocados em contentores e mantidos húmidos para evitar a formação de poeiras durante as operações subsequentes de reciclagem.

Os pavimentos devem ser mantidos limpos, recorrendo-se a aspiração ou a limpeza a húmido (ver 4.1.1. Limpeza das instalações).

4.9.3. Secagem

Durante a operação de secagem não é previsível a libertação significativa de poeiras. As principais fontes de poeiras prendem-se coma movimentação dos produtos em fabrico durante as operações de carga e descarga das vagonetas. Após a secagem o material poderá ter maior tendência para a formação de poeiras.

Os equipamentos devem ser mantidos limpos. Nunca utilizar ar comprimido para a remoção de fragmentos ou poeiras, recorrendo em alternativa à aspiração ou a limpeza a húmido (ver 4.1.1. Limpeza das instalações).

O local deve ser projetado de forma a existirem vias de acesso e espaço suficiente para fazer a limpeza e manutenção.

Prevenir a queda de peças no solo, através de soluções adequadas ao equipamento instalado e tendo particular atenção em garantir o seu funcionamento correto para evitar a queda das peças.

As peças que caiam no solo devem ser removidas o mais rapidamente possível, por forma a evitar que sequem. Após a recolha devem ser colocados em contentores e mantidos húmidos para evitar a formação de poeiras durante as operações subsequentes de reciclagem.

Os pavimentos devem ser mantidos limpos, recorrendo-se a aspiração ou a limpeza a húmido (ver 4.1.1. Limpeza das instalações).

4.9.4. Cozedura

As principais fontes de poeiras que se encontram na secção de cozedura relacionam-se com a movimentação de peças secas. Nas operações de limpeza e manutenção das vagonas e do forno podem ser originadas exposições elevadas.

Deve ser tida particular atenção quando da realização de operações de limpeza e manutenção do forno. A empresa deve ter em seu poder o Manual de Instruções do forno, indicando as principais características e localização de materiais perigosos, bem como as informações para a realização segura das operações de limpeza e manutenção do equipamento.

Em particular, a limpeza periódica do interior do forno deve ser feita com recurso a aspiração e tomando as medidas de controlo do risco adequadas, referidas no ponto 4.2.10. Limpeza, manutenção e reparação de fornos.

Carga de material seco

Os equipamentos devem ser mantidos limpos. Nunca utilizar ar comprimido para a remoção de fragmentos ou poeiras, recorrendo em alternativa à aspiração ou a limpeza a húmido (ver 4.1.1. Limpeza das instalações).

Ventilar o ambiente de trabalho, assegurando a renovação do ar suficiente.

O local deve ser projetado de forma a existirem vias de acesso e espaço suficiente para fazer a limpeza e manutenção.

Prevenir a queda de peças no solo, através de soluções adequadas ao equipamento instalado e tendo particular atenção em garantir o seu funcionamento correto para evitar a queda das peças.

As peças que caiam no solo devem ser removidas o mais rapidamente possível, em particular nos locais de movimentação de pessoas ou veículos. Após a recolha devem ser colocados em contentores humedecidos para evitar a formação de poeiras durante as operações subsequentes de reciclagem.

Os pavimentos devem ser mantidos limpos, recorrendo-se a aspiração ou a limpeza a húmido (ver 4.1.1. Limpeza das instalações).

Limpeza de vagonas

A limpeza de vagonas deve ser feita por aspiração. Nunca deve ser utilizado ar comprimido para remover as poeiras. De preferência deve ser utilizado um equipamento automático de limpeza de vagonas por aspiração ou, em alternativa, utilizar um aspirador.

4.9.5. Vidragem de telhas e acessórios

Se possível, conter completamente a área de aplicação de vidrado dentro de cabinas com aspiração.

Construir cabinas para aplicação de vidrados líquidos, suficientemente amplas para conter os equipamentos, materiais, leque de dispersão do vidrado e de forma a permitirem ao vidrado pulverizado desacelerar o suficiente antes de atingir as aberturas de entrada e saída. Para este objetivo podem também ser utilizadas soluções destinadas a reduzir o retrocesso do vidrado nas peças (por exemplo, utilizando pulverizadores de baixa pressão) ou sobre o fundo da cabina (por exemplo, colocando redes).

O fluxo de ar nas aberturas de entrada e saída de peças deve ser adequado a prevenir a saída de aerossóis. A eficácia do confinamento proporcionado pela cabina e pela aspiração depende de outros fatores tais como a pressão de ar do aerógrafo, a velocidade de rotação dos discos, a proximidade de peças na linha e a velocidade de movimentação das peças sob a aplicação, a largura das peças, etc. Os parâmetros podem variar de um tipo de telha para outro, como tal devem ser considerados durante a conceção das aplicações e registados na fase de desenvolvimento.

Reduzir o mais possível a secção de entrada e saída das cabinas, deixando, no entanto, o espaço suficiente para que os trabalhos sejam feitos em segurança.

Recolher as gotas de vidrado que escorrem das correias ou do seu contacto com polies ou esponjas de limpeza, para evitar a dispersão de vidrado sobre a estrutura da linha ou pavimentos. Se necessário utilizar coberturas de proteção para evitar a acumulação de vidrados sobre os motores elétricos.

Dentro do possível, evitar a ocorrência de correntes de ar que possam interferir com o funcionamento da ventilação e aspiração. Ter particular atenção a portões, corredores e outras aberturas que possam originar essas correntes de ar.

Ventilar o ambiente de trabalho, extraindo o ar interior e fornecendo ar limpo. O funcionamento correto das instalações e a ventilação natural adequada permitem a renovação do ar suficiente.

Colocar nas linhas dispositivos para a recolha de peças rejeitadas, para evitar a dispersão de poeiras.

Não é permitida a recirculação de ar aspirado no ambiente de trabalho.

4.10. Louça utilitária e decorativa

4.10.1. Preparação de pasta

A movimentação de matérias-primas em pó deverá ser feita, preferencialmente, em sistemas de transporte fechados (por exemplo, parafusos sem-fim ou elevadores de alcatruzes) ou em tapetes transportadores com cobertura. Os pontos de queda dos materiais devem possuir aspiração localizada (a zona de queda deve ser mantida em depressão)

A carga e pesagem das matérias-primas deverão ser feitas em tremonhas com aspiração localizada e fechadas do lado da carga através de bandas flexíveis.

A área de armazenagem e mistura (ou pesagem) das matérias-primas deve ser separada das restantes áreas produtivas.

As máquinas de movimentação de matérias-primas (por exemplo, pá carregadora) devem possuir cabina fechada e ser dotadas de filtros para poeiras nocivas (por exemplo, filtro HEPA) nas entradas do ar.

As matérias-primas micronizadas devem ser movimentadas em circuito fechado (por exemplo, sistemas pneumáticos), sendo armazenadas em silos fechados.

Todos os pontos onde se possam formar poeiras (por exemplo, pesagem, mistura) devem possuir captação de poeiras. A velocidade de captação deve ser suficiente para evitar que as poeiras geradas se difundam no ambiente de trabalho.

Deve ser garantida a ventilação dos locais para garantir a entrada de ar limpo, tendo em atenção os sistemas de aspiração localizada e outros equipamentos de aspiração. O ar contaminado não deve atingir os locais isentos de partículas e não deve ser recirculado nem emitido para o exterior sem a devida filtragem.

As paredes e o pavimento da secção devem ser laváveis. É recomendada a lavagem com água pelo menos uma vez ao final de cada turno.

Pasta pré-preparada

No subsector da louça utilitária e decorativa muitas empresas não preparam a pasta nas suas instalações, adquirindo-a a fornecedores especializados. No entanto, nestes casos são realizadas algumas operações para adequação final da pasta ao processo de conformação, nomeadamente, diluição ou extrusão.

A laboração da pasta cerâmica no estado líquido ou plástico evita a formação de poeiras. As principais fontes de poeiras neste caso são os fragmentos de materiais que se acumulam no solo e sobre os equipamentos e, após secarem, originam poeiras quando sobre si é exercida uma ação mecânica. As principais preocupações para evitar a exposição dos trabalhadores à SCR estão relacionadas com a limpeza e manutenção dos equipamentos, bem com a limpeza geral das instalações (ver 4.1.1. Limpeza das instalações).

Preparação de pasta e vidrados

É também comum encontrar empresas em que a preparação de pasta e a preparação de vidrados é feita pelos mesmos operadores na mesma secção ou em secções contíguas. Nestes casos, as medidas de controlo das poeiras devem ser integradas.

4.10.2. Conformação

Os diferentes processos de conformação utilizados no subsector da louça utilitária e decorativa apresentam diferentes níveis potenciais de contaminação, de acordo com a técnica utilizada. A conformação a seco, nomeadamente, com recurso a pó atomizado é aquela que apresenta maior potencial para a libertação de poeiras para o ar ambiente.

Por outro lado, a quantidade de poeiras a serem originadas na fase de acabamento é também determinada, em parte, pela forma como a operação de conformação decorre. Assim, para cada tipo de peça deve ser escolhida a técnica de conformação que origine menor necessidade de acabamento, em particular, a raspagem a seco.

Enchimento de moldes de gesso

As principais causas para a geração de poeiras são os derrames de pasta e a acumulação de pasta no exterior dos moldes de gesso.

Assim, devem ser tomadas as medidas para evitar a ocorrência de derrames e a posterior formação de poeiras (ver 4.1.1. Limpeza das instalações):

- Manter em bom estado as tubagens de pasta e as respetivas conexões e válvulas, inspecionando-as regularmente;
- Assegurar que os moldes estão em bom estado, substituindo os que possam originar derrames;
- O retorno de barbotina deve ser feito diretamente para o tanque de pasta, evitando utilização de contentores de recolha;
- Os derrames devem ser limpos antes de secarem.

No que respeita à acumulação de pasta seca nos moldes de gesso devem ser tomadas as seguintes medidas:

- Ajustar o fluxo de pasta em função do tamanho do molde, de forma a evitar que a pasta transborde;
- Garantir que a válvula de controlo de enchimento veda bem e não permite a saída de suspensão durante o período entre o enchimento de dois moldes;
- Colocar um contentor sob a saída de barbotina para recolha de gotas que possam cair;
- Não empilhar moldes uns sobre os outros durante o vazamento;
- Limpar os derrames antes de secarem;
- Utilizar arames, cabos, abraçadeiras ou outros meios semelhantes em vez de elásticos[7] para segurar as partes dos moldes.

Ventilar o ambiente de trabalho, assegurando a renovação do ar suficiente.

Devem existir recipientes para colocação das peças rejeitadas, aparas e outros restos de pasta. Posteriormente, estes devem ser colocados diretamente num tanque de diluição ou, em alternativa, mantidos húmidos até serem reutilizados.

Enchimento sob pressão

O processo de enchimento sob pressão não origina poeiras de forma direta. As poeiras poderão ser originadas a partir de pasta derramada ou de resíduos depositados no solo ou nos equipamentos.

Na zona de permanência e movimentação do operador deve existir uma grelha para evitar que os resíduos caídos no solo sejam calcados e se tornem fonte de poeiras. As grelhas devem ser basculantes para permitir a limpeza do pavimento.

[7] - A remoção e colocação dos elásticos originam poeiras devido à ação mecânica sobre a pasta seca depositada no exterior dos moldes.

Estabelecer procedimentos de limpeza imediata quando da ocorrência de derrames de materiais.

Ventilar o ambiente de trabalho, assegurando a renovação do ar suficiente.

Devem existir recipientes para colocação das peças rejeitadas, aparas e outros restos de pasta. Posteriormente, estes devem ser colocados diretamente num tanque de diluição ou, em alternativa, mantidos húmidos até serem reutilizados.

Conformação plástica

As aparas de pasta que decorrem dos processos de conformação plástica (extrusão, contramoldagem, prensagem plástica) são a principal origem de poeiras nesta fase do processamento cerâmico.

As principais medidas a tomar são as seguintes:

- Não permitir que a pasta seque;
- Dispor de contentores para as aparas em número suficiente e distribuídos pelos locais em que sejam necessários;
- Posicionar corretamente os contentores para que as aparas não sejam projetadas para o solo, em particular nos processos automáticos de conformação (ex.: máquinas *roller*)
- Não deixar encher demasiado os contentores para evitar que caiam fragmentos de pasta para o solo durante a movimentação;
- O solo deve ser mantido limpo;
- As aparas e outros restos de pasta recolhidos devem ser colocados diretamente num tanque de diluição ou, em alternativa, mantidos húmidos até serem reutilizados.

Prensagem isostática

O sistema de alimentação de pó e o sistema de prensagem devem ser confinados ao máximo. Os painéis de confinamento devem ser projetados de forma a permitirem um acesso fácil durante as operações de limpeza e manutenção.

O sistema de aspiração localizada deve abranger toda a zona de prensagem, desde a carga do pó até ao acabamento de peças. Deve ter um caudal e velocidade do ar adequados ao ponto de formação da poeira.

Dentro do possível, evitar a ocorrência de correntes de ar que possam interferir com o funcionamento da ventilação e aspiração. Ter particular atenção a portões, corredores e outras aberturas que possam originar essas correntes de ar.

Ventilar o ambiente de trabalho, extraindo o ar interior e fornecendo ar limpo. O funcionamento correto das instalações e a ventilação natural adequada permitem a renovação do ar suficiente.

Manter a tubagem de aspiração o mais curta e simples possível, evitando troços longos de tubo flexível.

Os operadores da secção de prensas isostáticas devem utilizar aparelhos de proteção respiratória (APR) e outros equipamentos de proteção individual sempre que executem tarefas em que a exposição a SCR possa representar um risco acrescido para a sua saúde.

4.10.3. Acabamento

As operações de raspagem com lâminas metálicas ou abrasivos podem originar quantidades de poeiras significativas. Sempre que possível o acabamento deve ser feito com esponja húmida em vez de raspagem.

O grau de secagem é importante pois quanto mais seca estiver a peça a acabar maior será a quantidade de poeiras emitida durante o acabamento, pelo que este deverá ser feito com o máximo grau de humidade possível na peça.

A quantidade de acabamento necessária deve ser limitada através da afinação dos equipamentos de conformação e pela manutenção dos moldes em bom estado.

A operação de acabamento deverá ser feita numa bancada, com um **recolhedor de pó e aspiração** na parte inferior e um sistema de **aspiração localizada** para evitar que o pó libertado atinja o operador.

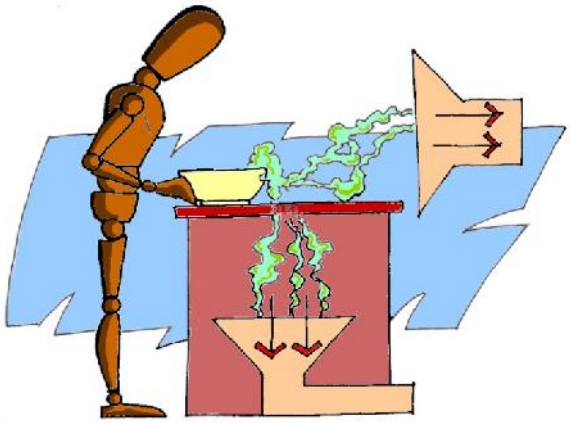


Figura 59 – A aspiração localizada deverá ser feita sob o plano de trabalho e/ou no plano frontal ao operador

O sistema de aspiração localizada instalado sob o plano de trabalho poderá não ser suficiente para captar todas as poeiras libertadas durante o acabamento.

Figura 60 – Mesa de acabamento com aspiração localizada sob o plano de trabalho

Figura 61 – Recetor do pó e tubagem de aspiração sob bancada de acabamento

As cabinas de acabamento com aspiração devem ser utilizadas de forma correta: o operador deve estar suficientemente próximo do captador e a peça mantida no interior do captador (zona com velocidade de captação suficiente) para que a aspiração seja efetiva.

As cabinas de aspiração ou as posições de trabalho devem ser ajustáveis para permitirem que sejam utilizadas por trabalhadores com diferentes alturas[8].

[8] - Se as cabinas não forem adequadas, causando desconforto aos trabalhadores durante a sua utilização, tenderão a ser evitadas ou mesmo rejeitadas. As condições ergonómicas devem ser consideradas no projeto dos postos e locais de trabalho.

Para evitar a acumulação de poeiras no vestuário deve ser utilizado um avental lavável.

4.10.4. Vidragem

A composição dos vidrados utilizados no subsector da louça utilitária e decorativa é bastante variável, em função do tipo de louça fabricado, podendo os teores de SCR variar bastante, nomeadamente, tendo em consideração a percentagem de fritas, por um lado, e a percentagem de areia ou farinha de sílica, por outro.

Limpeza de chacota

A limpeza de chacota deve ser feita em cabinas com aspiração localizada.

As cabinas de acabamento com aspiração devem ser utilizadas de forma correta: o operador deve estar suficientemente próximo do captador e a peça mantida no interior do captador (zona com velocidade de captação suficiente) para que a aspiração seja efetiva. A cabina deve ter uma proteção transparente na zona superior que permita a visualização da peça e proteja o trabalhador das poeiras.

Figura 62 – Posto de limpeza de chacota com cabina de aspiração localizada

Aplicação de Vidrado

As principais técnicas de aplicação de vidrado no subsector de louça utilitária e decorativa são a vidragem por mergulho, vidragem por cortina e a pulverização.

Do ponto de vista da exposição à SCR, a aplicação de vidrado por pulverização é a que pode causar maior preocupação, em particular quando é feita de forma manual. No entanto, atendendo às fontes secundárias de exposição é necessário tomar as medidas recomendadas, em particular quando se utilizam vidrados com teores mais elevados de SCR.

Na zona de permanência e movimentação do operador deve existir uma grelha para evitar que o pó assente no solo seja calcado e se torne fonte de poeiras. As grelhas devem ser basculantes para permitir a limpeza do pavimento.

É recomendada a lavagem do pavimento com água pelo menos uma vez ao final de cada turno.

Vidragem por pulverização

As medidas específicas a tomar no caso de aplicação do vidrado por pulverização são as seguintes:

- **Automatização das tarefas** de vidragem, recorrendo a máquinas automáticas dotadas de aspiração localizada;

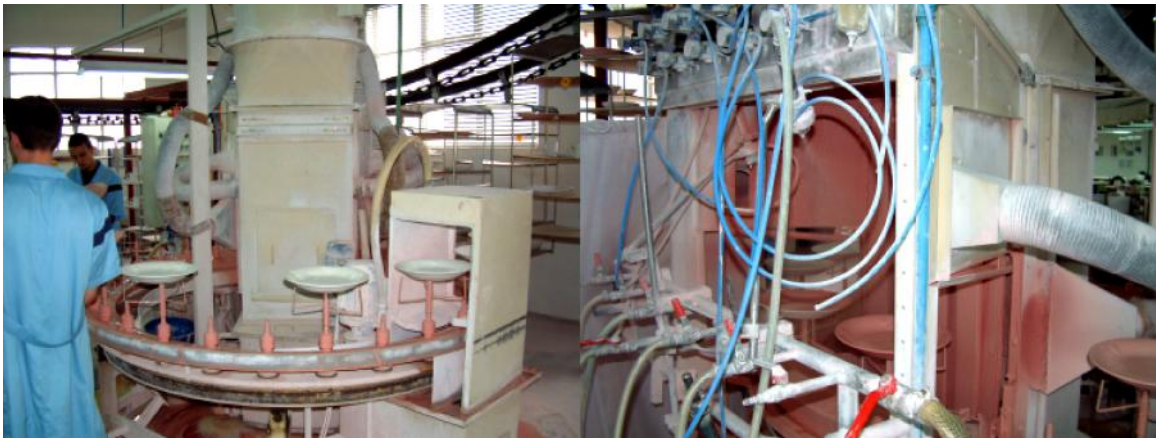


Figura 63 – Máquina automática de vidragem por pulverização

- Aplicação do vidrado em cabinas com **aspiração localizada**, adequada ao tipo e quantidade de poeiras emitidas, com velocidades de captação de poeiras na frente da cabina entre 0,8 ms^{-1} e 1,4ms^{-1}.

Figura 64 – Cabina com cortina de água e aspiração para aplicação de vidrado

Não devem ser armazenados materiais no interior da cabina pois pode alterar o fluxo de ar e reduzir a eficácia da aspiração.

Dentro do possível, evitar a ocorrência de correntes de ar que possam interferir com o funcionamento da ventilação e aspiração. Ter particular atenção a portões, corredores e outras aberturas que possam originar essas correntes de ar.

Quando for necessário afinar a aplicação do vidrado, implicando maior aproximação do operador às zonas de trabalho, deverá ser utilizado o equipamento de proteção individual, em particular, aparelho de proteção respiratória (ver ponto 4.6. Equipamentos de proteção individual).

Vidragem por mergulho ou cortina

As principais causas para a geração de poeiras são os derrames de vidrado e a sua acumulação nos equipamentos de trabalho.

Assim, devem ser tomadas as medidas para evitar a ocorrência de derrames e a posterior formação de poeiras (ver ponto 4.1.1. Limpeza das instalações):

- Manter em bom estado as bombas, tinas e outros equipamentos, inspecionando-os regularmente;
- Realizar as operações de trasfega, de acerto do vidrado e outras com cuidado para evitar derrames para o solo;

- Limpar regularmente os equipamentos e os locais de trabalho;
- Os derrames de vidrado devem ser limpos antes de secarem.

4.10.5. Cozedura

Se for necessária a limpeza das peças antes da entrada no forno esta deve ser feita em cabina com aspiração de forma a evitar a dispersão de partículas no ar. Se for utilizado ar comprimido para a remoção das partículas da superfície das peças, a operação deve ser feita em cabina dotada de aspiração e dimensionada adequadamente, tendo em consideração a concentração de poeiras e as suas características.

As peças com defeitos ou partidas (em particular as secas) devem ser rejeitadas de forma a não provocar poeiras.

Ventilar o ambiente de trabalho, assegurando a renovação do ar suficiente.

Dentro do possível, evitar a ocorrência de correntes de ar que possam interferir com o funcionamento da ventilação e aspiração. Ter particular atenção a portões, corredores e outras aberturas que possam originar essas correntes de ar.

O ar de processo proveniente da zona de pré-aquecimento, da cozedura ou das zonas de arrefecimento, nos quais existem aerossóis ou gases perigosos não podem ser utilizados para aquecimento do ambiente de trabalho. Nestes casos devem ser utilizados permutadores de calor.

A limpeza de vagonas e mobília refratária do forno pode originar poeiras de fibras cerâmicas, alumina e outros materiais, para além de poeiras de SCR. Assim, essa limpeza deve ser feita por aspiração com equipamentos dotados de filtros de alta eficácia (Filtros HEPA) e, se necessário em cabinas com aspiração localizada.

Deve ser tida particular atenção quando da realização de operações de limpeza e manutenção do forno. A empresa deve ter em seu poder o Manual de Instruções do forno, indicando as principais características e localização de materiais perigosos, bem como as informações para a realização segura das operações de limpeza e manutenção do equipamento, tomando as medidas de controlo do risco adequadas, referidas no ponto 4.2.10. Limpeza, manutenção e reparação de fornos.

Bibliografia

Burgess, W. A., Ellenbecker, M. J. & Treitman, R. D., 1989. *Ventilation for Control of the Work Environmental*. Canada: John Wiley & Sons.

Conselho Europeu, 1989. *Directiva do Conselho de 12 de Junho de 1989 relativa à aplicação de medidas destinadas a promover a melhoria da segurança e da saúde dos trabalhadores no trabalho.* s.l.:s.n.

Erren, T. C., Glende, C. B., Morfeld, P. & Piekarski, C., 2008. Is exposure to silica associated with lung cancer in the absence of silicosis? A meta-analytical approach to an important public health question. *International archives of occupational and environmental health,* 82(8), pp. 997-1004.

Gorner, P. & Fabriés, J.-F., 1996. Industrial measurement aerosol according to new sampling conventions. *Occupational Hygiene,* Volume 3, pp. 361-376.

Health and Safety Executive, 2008. *Controlling airborne contaminants at work - A guide to local exhaust ventilation (LEV).* London: HSE.

Instituto Português da Qualidade - IPQ, 2004. *NP EN 481:2004 - Atmosferas dos locais de trabalho. Definição dos tamanhos das frações para medição das partículas em suspensão no ar*. Caparica: IPQ.

Instituto Português da Qualidade - IPQ, 2008. *NP EN 529 - Aparelhos de proteção respiratória. Recomendações para a seleção, utilização, precauções e manutenção. Documento guia*. Caparica: IPQ.

Instituto Português da Qualidade - IPQ, 2011. *Documento Normativo DNP Guia ISO 73:2011 Gestão do risco – Vocabulário*. Caparica: IPQ.

Instituto Português da Qualidade, 2008. *NP 4397 - Sistemas de gestão da segurança e saúde do trabalho. Requisitos*. Caparica: IPQ.

International Organization for Standardization - ISO, 2009. *ISO 31000 - Risk management — Principles and guidelines*. Geneva: ISO.

McDonald, J. C. et al., 2005. Mortality from Lung and Kidney Disease in a Cohort of North American Industrial Sand Workers: An Update. *The Annals of Occupational Hygiene,* 49(5), pp. 367-373.

National Institute for Occupational Safety and Health, 2002. *Health Effects of Occupational Exposure to Respirable Crystalline Silica,* Cincinnati: NIOSH.

NEPSI, 2006. *Guia de Boas Práticas - Sílica Cristalina Respirável*. Bruxelas: s.n.

Network Italiano Silice, 2007. *Documenti preliminari per misure di prevenzione nella produzione di manufatti igienico-sanitari nel comparto ceramica*. Viterbo: Network Italiano Silice.

Network Italiano Silice, 2010. *Misure di Prevenzione e Protezione per ridurre l'esposizione a polveri contenenti silice libera cristallina*. Sassuolo: Network Italiano Silice.

Pina, J. P. F. & Silva, P. M. S., 2003. *Melhoria da Qualidade do Ar em Industrias Cerâmicas,* Coimbra: Universidade de Coimbra.

Pires, P., Gaspar, A. R. & Quintela, D. A., 2003. *Ambientes de Trabalho e Qualidade de Vida na Indústria Cerâmica,* Coimbra: Centro de Estudos de Condições e Ambientes de Trabalho (CECAT) e Associação para o Desenvolvimento da Aerodinâmica Industrial (ADAI).

Teles, J. C. G., 1982. *Seminário Sobre Transporte Pneumático.* Coimbra, Universidade de Coimbra.

Warrington, G. B., 1978. *Using agglomerative dust suppression for dust abatement in crushing and screen plants.* Ottawa: s.n.

ANEXOS

ANEXO 1 – Formação sobre Sílica Cristalina Respirável

TOOLBOX TALK - **GERAL**

O que é a sílica cristalina?
A sílica livre cristalina é utilizada em praticamente todos os tipos de processo cerâmico. Seja adicionada de forma deliberada na forma de areia ou farinha de sílica ou como componente de outras matérias-primas, misturada com minerais argilosos ou feldspatos, pode encontrar-se nas pastas e vidrados utilizados e, logicamente, nas poeiras deles resultantes.

O que é a silicose?
A silicose é uma doença pulmonar incapacitante, progressiva e, muitas vezes, fatal. Quando são inaladas poeiras as partículas mais finas, chamadas respiráveis, conseguem atingir os pulmões. O tecido pulmonar reage com as partículas de sílica desenvolvendo tecido fibroso em torno das partículas. Os doentes com silicose têm maior probabilidade de contrair cancro do pulmão.

Como prevenir a silicose?
- Utilizar ventilação e aspiração localizada
- Utilizar cabinas com Cortina de água para remover a poeira
- Utilizar aspiradores com filtro de alta eficiência (HEPA)
- NUNCA utilizar ar comprimido para limpar a poeira
- Em vez de utilizar vassouras ou escovas, remover as poeiras através de limpeza a húmido ou aspiração
- Utilizar equipamento de proteção das vias respiratórias adequado para a sílica cristalina respirável
- Não comer, beber ou fumar nos locais onde exista sílica cristalina respirável
- Lavar sempre as mãos e a cara após sair de uma área de exposição à sílica
- Tomar um duche e vestir roupas limpas antes de sair do local de trabalho para prevenir a contaminação do carro, casa ou outras áreas de trabalho

Os pulmões conseguem tratar da poeira normal. As poeiras são comuns em locais de trabalho e em casa. Felizmente, o sistema respiratório consegue filtrar e expelir a maior parte da poeira. Partículas finas tais como a sílica cristalina respirável e as fibras de amianto são tão finas que conseguem ultrapassar o sistema de filtragem. Isto pode causar problemas graves nos pulmões após um longo período de tempo se não forem utilizados os controlos e proteções necessários. Respeite estes invasores minúsculos. Use o equipamento de proteção individual e cumpra as instruções de segurança.

RECOMENDAÇÕES ESPECÍFICAS

PARTICIPANTES

MENOS SÍLICA NO AR!

TOOLBOX TALK – **MANUTENÇÃO/TRABALHO COM EXPOSIÇÃO ACRESCIDA**

O que é a sílica cristalina?
A sílica livre cristalina é utilizada em praticamente todos os tipos de processo cerâmico. Seja adicionada de forma deliberada na forma de areia ou farinha de sílica ou como componente de outras matérias-primas, misturada com minerais argilosos ou feldspatos, pode encontrar-se nas pastas e vidrados utilizados e, logicamente, nas poeiras deles resultantes.

O que é a silicose?
A silicose é uma doença pulmonar incapacitante, progressiva e, muitas vezes, fatal. Quando são inaladas poeiras as partículas mais finas, chamadas respiráveis, conseguem atingir os pulmões. O tecido pulmonar reage com as partículas de sílica desenvolvendo tecido fibroso em torno das partículas. Os doentes com silicose têm maior probabilidade de contrair cancro do pulmão.

Como prevenir a silicose?
- Conhecer bem o trabalho a realizar. Identificar as situações em que podem ser originadas poeiras contendo sílica cristalina e planear o trabalho para eliminar ou controlar as poeiras na fonte.
- Utilizar ventilação e aspiração localizada sempre que possível
- Utilizar aspiradores com filtro de alta eficiência (HEPA)
- Ter consciência de que podem ocorrer concentrações elevadas de sílica no interior e exterior de áreas confinadas durante operações em que se gerem quantidades significativas de poeiras
- NUNCA utilizar ar comprimido para limpar a poeira
- Em vez de utilizar vassouras ou escovas, remover as poeiras através de limpeza a húmido ou aspiração
- Vestir fato completo de proteção contra poeiras lavável ou descartável.
- Utilizar equipamento de proteção das vias respiratórias adequado para a sílica cristalina respirável
- Não comer, beber ou fumar nos locais onde exista sílica cristalina respirável
- Lavar sempre as mãos e a cara após sair de uma área de exposição à sílica
- Tomar um duche e vestir roupas limpas antes de sair do local de trabalho para prevenir a contaminação do carro, casa ou outras áreas de trabalho

Os pulmões conseguem tratar da poeira normal. As poeiras são comuns em locais de trabalho e em casa. Felizmente, o sistema respiratório consegue filtrar e expelir a maior parte da poeira. Partículas finas tais como a sílica cristalina respirável e as fibras de amianto são tão finas que conseguem ultrapassar o sistema de filtragem. Isto pode causar problemas graves nos pulmões após um longo período de tempo se não forem utilizados os controlos e proteções necessários. Respeite estes invasores minúsculos. Use o equipamento de proteção individual e cumpra as instruções de segurança.

RECOMENDAÇÕES ESPECÍFICAS

PARTICIPANTES

MENOS SÍLICA NO AR!

ANEXO 2 – Noções básicas de ventilação

ANEXO 2 – Noções gerais de ventilação

Pressão estática dinâmica e total

A pressão estática de um escoamento de ar representa a componente associada à energia potencial. Ela faz-se sentir em todas as direções independentemente da direção ou magnitude do escoamento. É função da densidade e da temperatura do gás e existe em todas as partículas que se desloquem ou não no ar. É usada para superar a resistência ao atrito da canalização bem como as obstruções ao longo da mesma. É ainda medida relativamente à pressão atmosférica, positiva quando superior e negativa quando inferior.

$$Ps = pressão\ manométrica - pressão\ atmosférica$$

Em que:

Ps – Pressão estática (Pa)

A pressão dinâmica é a pressão necessária para acelerar o ar a partir do repouso até uma velocidade concreta. Num escoamento de ar representa a componente associada à energia cinética. Esta apenas se faz sentir no sentido do caudal e à semelhança da pressão estática é afetada pela densidade do gás e pela temperatura, mas é principal função da velocidade do caudal, caso este não exista, a pressão dinâmica é zero. O seu valor é obtido pela subtração entre a pressão total e a pressão estática e como é uma pressão absoluta nunca pode ser negativa.

$$Pv = Pt - Ps = \frac{1}{2}\rho V^2$$

Em que:

Pv, Pt, – Pressão dinâmica e total (Pa)

ρ – Densidade (kg/m3)

V – Velocidade (m/s)

A pressão total, como dito anteriormente, é constituída pela pressão estática e dinâmica, sendo obtida pela soma das duas.

$$Pt = Ps + Pv \Leftrightarrow \rho g h = p + \rho\frac{V^2}{2}$$

Desta forma podem separar-se as várias componentes:

$$Pt = \rho g h$$

$$Ps = p$$

$$Pv = \rho \frac{V^2}{2}$$

Em que: h – altura (m)

Na prática são medidas as pressões, total e a estática, por exemplo através de um tubo de pitot, como demonstra a figura 4 (Burgesset al, 1989).

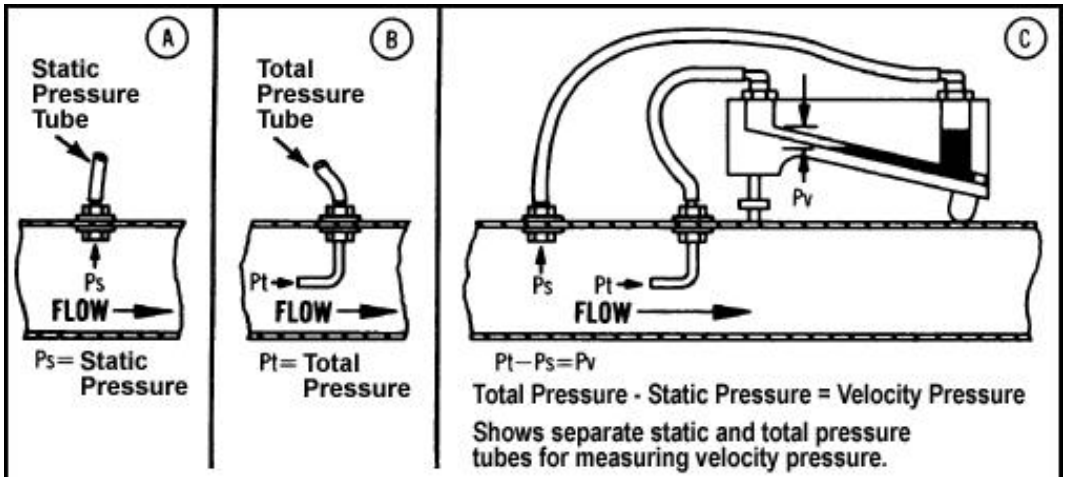


Figura 4 - Tipos pressões medidas (adaptado de Ventilation for control of the work environmental, 1989)

Ramificações – relação de continuidade

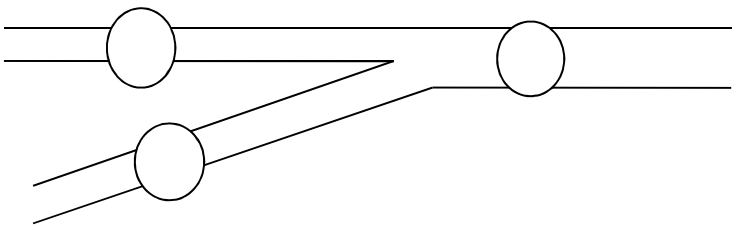
Através da relação de continuidade, quando existem ramificações, pode calcular-se qual o volume de ar que segue para cada conduta, tendo em conta as suas características. Partindo do princípio de conservação da massa (Burgesset al, 1989):

$$\rho\, V\, A = constante\ ao\ longo\ do\ sistema = M$$

Em que M é um caudal mássico.

Rearranjando a equação pode ter-se:

$$\frac{M}{\rho} = VA = Q = constante\ ao\ longo\ do\ sistema$$



Assim são possíveis as seguintes relações:

$$A_1V_1 = Q_1A_2V_2 = Q_2A_3V_3 = Q_3$$

$$Q_1 + Q_2 = Q_3$$
$$A_1V_1 + A_2V_2 = A_3V_3$$

Perdas de carga

As perdas de carga por atrito representam a energia libertada sob a forma de calor e são a consequência do atrito existente entre o ar, com determinada viscosidade, e a superfície das condutas e equipamentos por onde ele passa.

Numa conduta retilinta a perda de carga devida ao atrito com as paredes é proporcional ao comprimento da conduta e pode ser representado pela seguinte equação (Macedo, 1985):

$$\Delta p = \lambda \frac{L}{D} \rho \frac{V^2}{2} = \lambda \frac{L}{D} \rho P_v$$

Em que:

Δp – Perda de carga (Pa)

L e D – Comprimento e diâmetro da conduta (m)

λ – Coeficiente de fricção, adimensional que varia entre 0,01 e 0,03

O coeficiente de fricção, depende do tipo de escoamento que está a decorrer nas condutas, este pode ser laminar ou turbulento consoante o número de Reynolds.

Um escoamento laminar caracteriza-se por ser um escoamento de velocidade baixa e realizado por camadas paralelas entre si. Neste tipo de escoamento não ocorrem misturas laterais ou radiais do fluido, neste caso ar. À medida que a velocidade vai aumentando o escoamento vai-se tornando cada vez mais caótico, começa a ocorrer mistura de ar até que deixam de existir camadas e este passa a ser turbulento.

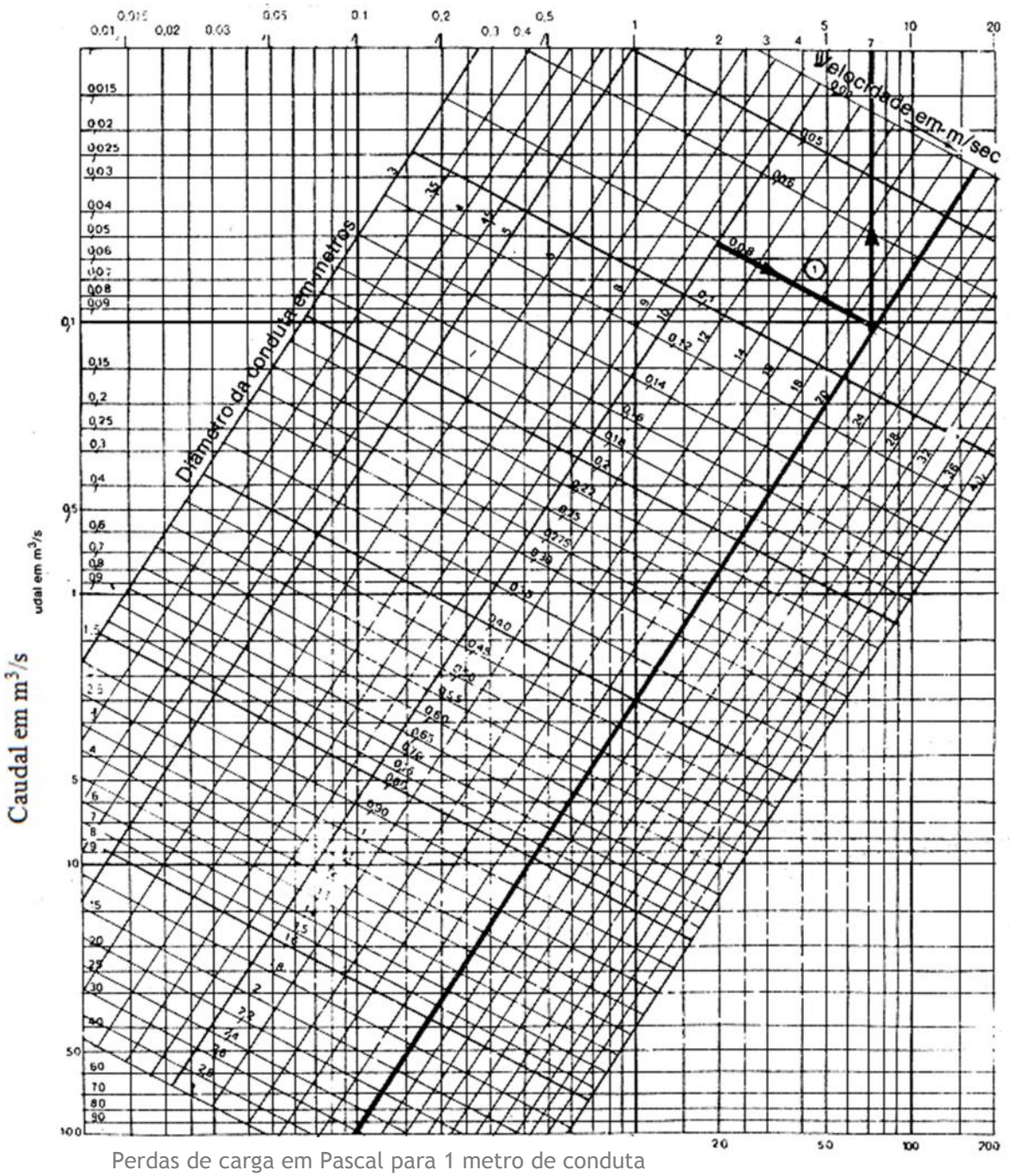
No esquema a baixo podem ver-se os dois tipos de escoamentos representados, nela as setas indicam a velocidade relativa do escoamento num determinado ponto. Pode ver-se que a velocidade do escoamento não é a mesma no centro e junto às paredes.

Laminar Turbulento

No escoamento laminar as perdas são mais baixas porque não ocorre mistura de ar entre as várias camadas, já no escoamento turbulento essa mistura ocorre e leva a que todo o escoamento seja afetado pelo atrito entre a parede da conduta e o ar junto à mesma.

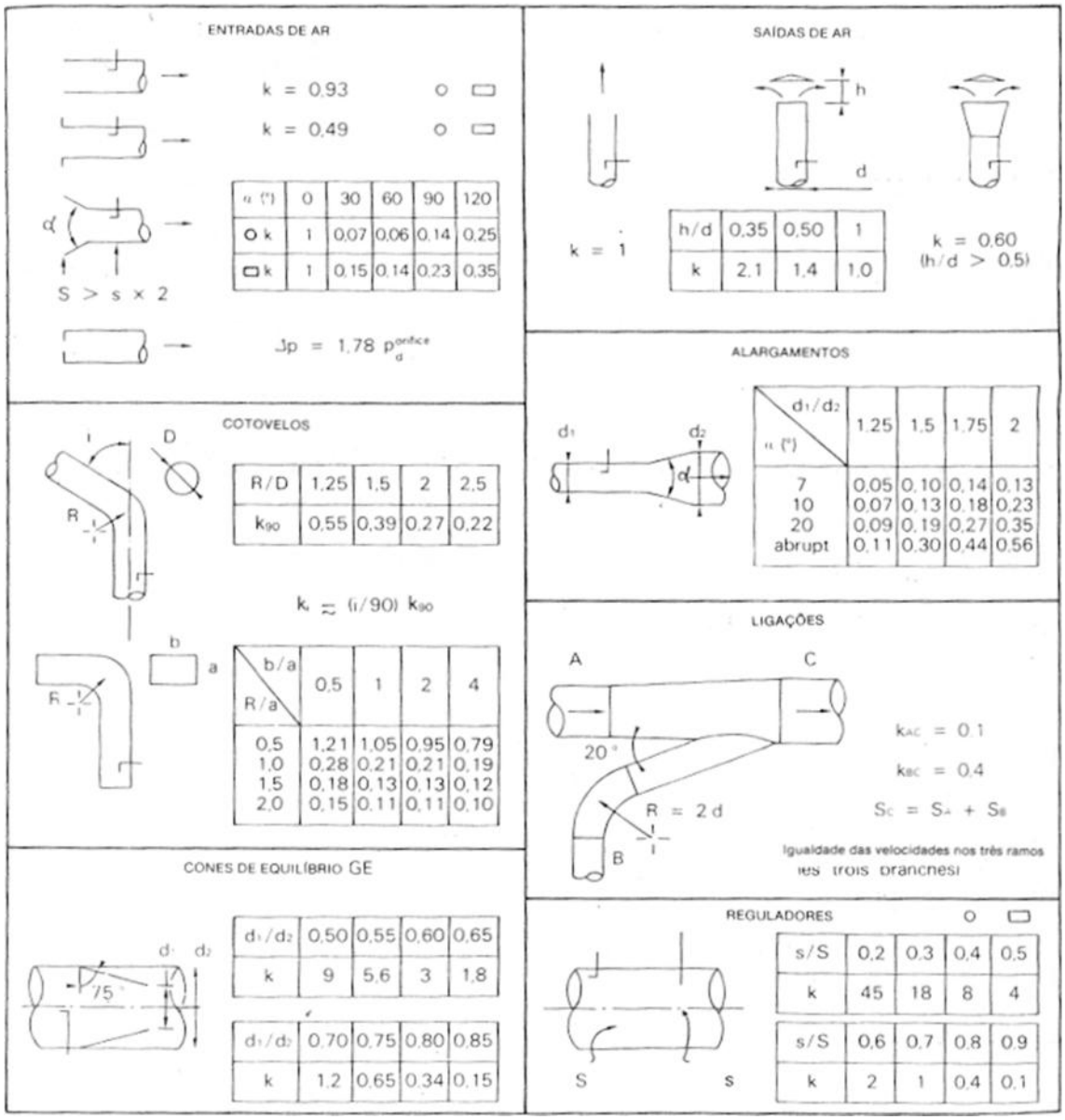
Perdas de carga por atrito por unidade de comprimento em condutas retilíneas de secção circular.

Perdas de carga em mm de coluna de água para 1 metro de conduta



Perdas de carga em Pascal para 1 metro de conduta

Coeficientes de perda de carga



α (°)	0	30	60	90	120
○ k	1	0,07	0,06	0,14	0,25
□ k	1	0,15	0,14	0,23	0,35

h/d	0,35	0,50	1
k	2,1	1,4	1,0

R/D	1,25	1,5	2	2,5
k₉₀	0,55	0,39	0,27	0,22

R/a \ b/a	0,5	1	2	4
0,5	1,21	1,05	0,95	0,79
1,0	0,28	0,21	0,21	0,19
1,5	0,18	0,13	0,13	0,12
2,0	0,15	0,11	0,11	0,10

α (°) \ d₁/d₂	1,25	1,5	1,75	2
7	0,05	0,10	0,14	0,13
10	0,07	0,13	0,18	0,23
20	0,09	0,19	0,27	0,35
abrupt	0,11	0,30	0,44	0,56

$k_{AC} = 0,1$

$k_{BC} = 0,4$

$S_C = S_A + S_B$

d₁/d₂	0,50	0,55	0,60	0,65
k	9	5,6	3	1,8

d₁/d₂	0,70	0,75	0,80	0,85
k	1,2	0,65	0,34	0,15

s/S	0,2	0,3	0,4	0,5
k	45	18	8	4

s/S	0,6	0,7	0,8	0,9
k	2	1	0,4	0,1

ANEXO 3 – Ficha de registo de verificações ao sistema de aspiração localizada

Modelo de ficha de registo de verificações ao sistema de aspiração localizada

Informação geral

Nome da empresa	
Morada	
Nome da pessoa responsável pelo sistema de ventilação localizada (LEV)	
Data do último teste ou verificação	
Data do teste ou verificação atual	

Número de identificação ou de referência do LEV	
Localização do LEV	
Substâncias perigosas	
Processo(s) causador(es) da(s) fonte(s) de poluição	
Número de campânulas, bocas de exaustão	
Número máximo de campânulas, bocas de exaustão, etc., utilizados ao mesmo tempo.	
As condições na hora do teste são idênticas às normalmente existentes durante a produção?	

Depois do último teste ou exame:

Realizou-se alguma alteração no sistema ou processo, desde o último exame ou teste?	
Registaram-se mudanças nos materiais processados? Se sim, quais?	
Registaram-se mudanças nos procedimentos de trabalho? Se sim, quais?	
Registaram-se mudanças no layout? Se sim, quais?	

Inspeção visual e estrutural

Fotografias do sistema e de partes importantes do mesmo. Cópia do projeto ou um diagrama com a disposição do sistema. Identificar no mesmo, os pontos-chave do sistema, os pontos de teste/amostragem, os confinamentos, as bocas de exaustão e os ramais.

Por fim verificar a condição física do sistema de ventilação: se existem alguns defeitos óbvios – buracos, obstruções, fugas, pó acumulado, etc.

Apreciação visual do sistema

Componente	Condição
Campânulas de captura, recetoras, confinadoras	
Condutas	
Filtro de ar	
Elemento motor (ventilador)	
Descarga	
Instrumentos de auxílio ao operador	

Diagrama ou esquema do sistema de controlo de poeiras

Campânulas/bocas de captura

	Número de identificação ou de referência	Processo – localização da fonte	Tipo de campânula/ forma (ref. Foto)	Dimensões (Diâmetro/ com x lar) (m)	Distância à fonte de emissão (m)	Temperatura do ar °C	Velocidade na face (gama) m/s	Velocidade na face (média) m/s	Velocidade captação m/s	Caudal m^3/h	Velocidade de referência m/s
1											
2											
3											
4											
5											
6											
7											
8											
9											
10											
	Técnica de medição utilizada										
	Indicadores de pressão estática ou de fluxo incluídos no sistema										
	Recomendações e prioridades										

Usar linhas adicionais, se necessário.

Condutas de transporte de poeiras

	Número de identificação ou de referência	Localização do teste	Modelo/ forma/ ref. foto	Comprimento entre alterações	Área da secção	Temperatura	Velocidade média	Caudal	Pressão estática	Velocidade de referência
				(m)	(m^2)	°C	m/s	m^3/h	Pa	m/s
1										
2										
3										
4										
5										
6										
7										
8										
9										
10										
	Técnica de medição utilizada:									
	Comentários/ observações									
	Recomendações e prioridades *									

* 1 = alta, 2 = normal, 3 = rotina

Usar linhas adicionais, se necessário.

Filtro/Equipamento colector

Tipo		**Técnica de medição**
Marca / Modelo e identificação		
Filtro intermédio (se existir)		
Caudal, m^3/s		
Pressão estática na entrada (Pa)		
Pressão estática na saída (Pa)		
Pressão estática no equipamento (Pa)		
O ar volta ao local de trabalho?	*	
Comentários		
Recomendações e prioridades **		

*Sim/não

** 1 = alta, 2 = normal, 3 = rotina

Ventilador ou movimentador de ar

Tipo			**Técnica de medição**
Marca / Modelo e identificação			
Dimensão			
Características			
Rotação (rpm)			
Direcção de rotação	*		
Caudal (m^3/s)			
Pressão estática na saída, Pa			
Pressão estática na entrada, Pa			
Comentários			
Recomendações e prioridades **			

*Se roda na direção correta ou não

** 1 = alta, 2 = normal, 3 = rotina

Registos

Data do teste anterior	
Data do teste atual	
Data do próximo teste	
Nome da empresa que realiza os testes	
Nome do examinador	
Assinatura do examinador	